

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra biologie a environmentálních studií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy

From North to South: A picture guide to the forest habitats of Atlantic Europe

Žofie Valtrová

Vedoucí práce: RNDr. Mgr. Arnošt Leoš Šizling.Ph.D.

Studijní program: Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy a
střední školy

Studijní obor: Biologie

2019

Odevzdáním této diplomové práce na téma Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 10.7. 2019

Dovolte, abych poděkovala svému školiteli Mgr. Arnoštu Šizlingovi Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce. Můj velký dík patří také mé mamince RNDr. Lucii Juříčkové Ph.D. za cenné rady a poznámky. Děkuji také Mgr. Lence Kubcové Ph.D. za cenné rady z praxe při zpracování námětů do výuky. Dále děkuji Mgr. Adéle Pokorné Ph.D. za připomínky k botanické části příručky, a nejen to a svému muži Václavu Valtrovi za pomoc při zpracování práce do počítačové podoby. Na závěr děkuji celé své rodině a přátelům, kteří mě vždy podporovali ve studiu a měli se mnou vždy potřebnou trpělivost. Bez výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

ABSTRAKT

V této diplomové práci jsem se pokusila způsobem srozumitelným pro studenty středních škol ukázat, jak se mění krajina atlantické Evropy od severu k jihu. Vytvořila jsem příručku využitelnou ve výuce s názvem Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy. V příručce můžeme na profilových fotografiích po 50 kilometrech sledovat změnu krajiny. Fotografie doplňuje učební text o biomech Evropy. Součástí tohoto textu jsou informace o klimatických podmínkách, rostlinách a živočiších a jejich vztazích k danému prostředí i o roli člověka v těchto biomech. Základní text doplňují informace o zajímavostech daného biomu oddělené formou boxů. Ve druhé části práce jsem se zaměřila na využití mé příručky ve výuce. Vytvořila jsem několik námětů, které mohou sloužit jako inspirace pro pedagogy. Tato příručka se snaží propojit výuku o biomech v předmětech biologie a zeměpis tak, aby došlo k mezipředmětové vazbě, díky které si studenti uvědomí, jak se mění v Evropě krajina plynule z jednoho biomu do druhého.

KLÍČOVÁ SLOVA

biomy, krajina, atlantická Evropa, přírodní prostředí, biologie, zeměpis

ABSTRACT

In this diploma thesis I tried to show in a way understandable to high school students, how the landscape of Atlantic Europe changes from north to south. I have created a handbook, that can be used in lessons, called: From North to South: A Picture Guide to the forest habitats of Atlantic Europe. In that handbook, we can follow the landscape change on the profile pictures made in 50 kilometres distances. The pictures are complemented by a textbook on Europe's biomes with a climatic specification, characteristic plants and animals and their relationships to the given environment, and the role of a man in these biomes. The main text is supplemented by an interesting information given separately in boxes. In the second part of the thesis I focused on using my handbook in teaching. I have proposed several ideas that can serve as an inspiration for teachers. This guide tries to make an interdisciplinary link between biology and geography lessons, that will enable students to realize the continual changes among particular biomes in Europe.

KEYWORDS

biomes, landscape, Atlantic Europe, natural habitats, biology, geography

OBSAH

1	Úvod	1
1.1	Cíle práce	2
2	Metodika.....	3
2.1	Vybraná trasa- severojižní gradient	3
2.2	Zdroje informací.....	4
2.3	Koncepce učebního textu.....	4
2.4	Náměty do výuky.....	5
3	Výsledky.....	6
3.1	Návrh textu příručky Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy.....	6
3.2	Náměty na využití příručky ve výuce.....	166
3.2.1	Expertní skupiny - konference na téma biomy Evropy.....	169
3.2.2	Exkurze do zoologické zahrady.....	173
3.2.3	Myšlenková mapa o biomech Evropy.....	176
4	Diskuse.....	180
4.1	Téma krajina v biologii a zeměpise.....	180
4.2	Téma biomy v některých učebnicích.....	181
4.3	Náměty do výuky.....	183
5	Závěr.....	186
6	Seznam použitých informačních zdrojů	187
7	Seznam obrázků.....	197

1 Úvod

Cílem této práce je přiblížit čtenářům změny v krajině, které si málokdo z nás uvědomuje. Mnohé biogeografické učebnice jsou příliš obecné, pojaté celosvětově aniž by ukázaly příklad změny konkrétní krajiny. Jedním z cílů této práce je vytvořit příručku o biomech Evropy, která by předvedla učebnicové biomy jednoho kontinentu od severu k jihu včetně jemných mezistupňů a přechodů mezi nimi a která by byla čtivá i pro studenty středních škol.

Pozvolnou a přirozenou změnu krajiny však můžeme v dnešní době pozorovat jen málokde na Zemi. Obvykle ji přerušují geografické bariéry v podobě velkých horských pásem. To je i případ Evropy, kterou od severu k jihu přerušují bariéry Alp a Karpat. Pokud bychom se rozhodli zkoumat změnu krajiny v Evropě z východu na západ, Karpaty se svým obloukovitým tvarem budou opět významnou bariérou, ale krajinu bude ovlivňovat zejména vzdálenost od oceánu s přibývajícím kontinentalitou klimatu.

Změnu krajiny určují především klimatické pásy, jejichž změny jsou nejlépe vidět podél čáry od severu na jih, kterou budeme nazývat severojižním gradientem (dále jen gradient). V západní části, v tzv. atlantické Evropě, jsou ideální podmínky pro tento výzkum. Klima je zde po celý rok ovlivněné vlhkým oceánským vzduchem z Atlantického oceánu. Navíc tu nejsou téměř žádné geomorfologické bariéry v podobě vysokých horských pásem. Změnu krajiny jsem se tedy rozhodla ilustrovat podél gradientu v atlantické Evropě. Cesta podél severojižního gradientu je navíc oblíbená i turisticky, nachází se totiž v geopoliticky klidné oblasti a mnozí turisté si ji vyberou pro její snadnou dostupnost a bezpečnost. Pro nás, jakožto Středoevropany, je to nejbližší dostupný koridor krajiny průchodný od tundry po poušť. Díky všem těmto okolnostem je téma pro žáky uchopitelnější než třeba exotické biomy na jiných kontinentech.

Tato práce rozvádí učivo o biomech Evropy a doplňuje i učivo o ekosystémech, rostlinách a živočiších a jejich vazbách na konkrétní typ habitatu (prostředí), ve kterém žijí. Má za cíl ukázat studentům, jak se krajina plynule mění a zároveň podnítit zájem o cestování po Evropě a ověřování teoretických informací v praxi. Výhodou je také možnost propojení výuky přírodopisu a zeměpisu a spojení jednotlivých společných mezipředmětových témat dohromady v logický celek.

1.1 Cíle práce:

1. Mým úkolem bylo ukázat, jak se mění evropské přírodní prostředí od severu na jih: vybrat vhodné profilové fotografie ilustrující změnu krajiny v západní Evropě, popsat a shrnout základní informace o biomech atlantické Evropy do přehledné příručky, resp. budoucí plánované publikace. Příručka je koncipována pro studenty středních škol a víceletých gymnázií.
2. Součástí mé práce jsou i náměty pro pedagogy, jakými způsoby je možné s příručkou pracovat ve vyučovacích hodinách a přiblížit tak žákům biomy atlantické Evropy.

2 Metodika

2.1 Vybraná trasa – severojižní gradient

Klíčové bylo vybrat si takový výsek Evropy, na kterém by byla změna krajiny dobře patrná a nebyla ovlivněná výše zmíněnými bariérami. Západní část evropské biogeografické oblasti čili atlantická Evropa je pro tyto účely jedinečná. Přechody jednotlivých biotopů jsou zde plynulé, nezátížené skokovou změnou, jako tomu bývá v případě horských pásem. Zároveň můžeme dobře pozorovat i plynulé změny kulturní.

Cesta po severojižním gradientu atlantickou Evropou se konala v letech 2011-2015 a uskutečnila se v rámci projektu HACIER, podporovaného Norskými fondy (Norwegian Financial Mechanism 2009-2014 and the Ministry of Education, Youth and Sports under Project Contract no. MSMT-28477/2014 project no. 7F14208). Účastnila jsem se jedné její části, cesty Skandinávií od nejsevernějšího bodu kontinentální Evropy mys Nordkapp až po Dánsko. Celá trasa byla zvolena v co nejpodobnějších zonálních habitatech, tedy na většině gradientu v lese, na okraji pak v dalších typech přirozených biotopů. Cesta vedla západní atlantickou Evropou od Skandinávie přes severozápadní Evropu, tedy konkrétně přes Německo, Francii, Španělsko až po severní okraj Sahary v Maroku. Trasa je tedy úplným řezem Evropské (lépe Euroasijské) biogeografické oblasti (Brown et Lomolino, 1998). Lokality byly naplánovány po půl-rovnoběžkách, což odpovídalo zhruba 50 kilometrům (Obr. 1 v příručce).

Snažili jsme se dodržet lokality v přímce a držet se stále v atlantické části kontinentu v průměrné nadmořské výšce 370 m n. m. Co se geografických bariér týče, jediným horským pásmem bylo pohoří Atlas, kde jsme se v nejvyšším bodě pohybovali v nadmořské výšce téměř 2000 m n. m. Pyreneje se podařilo projít skrz nižší průsmyk a oblast kolem Gibraltarů je tak úzká, že prakticky žádnou bariéru nepředstavuje. Výjimku v celé trase bez přírodních bariér představuje souostroví Svalbard, který jsme k našemu gradientu zařadili k dokreslení nejsevernějších biotopů tundry v Evropě, zde je ovšem přírodní bariéra nepochybná.

V této práci tedy sleduji pouze ty biomy, které se nacházely na naší trase atlantickou Evropou. Pohybujeme se zde tedy v koridoru, který není ovlivněný hranicí mezi oceánickým a kontinentálním chodem klimatu procházející středem Evropy (Obr. 2 v příručce). Zároveň sledujeme změnu přírodního prostředí prakticky bez působení přírodních bariér (*truncated*

limits) (Šizling et al., 2009) jako jsou vysoká pohoří či moře (Valtrová, 2013). Pohybujeme se především mimo biogeograficky zásadní bariéru Alp. Na našem gradientu lze tedy dobře ukázat, jak se krajina mění plynule bez výše uvedených klimato-geografických jevů, které ovlivňují podmínky na daném místě. To, co zde můžeme sledovat, je vliv potenciálních mezí (*potencial limits*) (Šizling et al., 2009) na rozšíření druhů skládajících konkrétní společenstva organismů.

2.2 Zdroje informací

Základní informace o biomech jsem přejímala z odborné literatury. Při zpracování příručky o biomech jsem získávala informace zejména z pěti publikací, které jsou po stránce charakteristiky biomů vyčerpávající (Hendrych, 1984; Horník et al. 1986; Jeník 1995; Brown et Lomolino, 1998; Prach et al., 2009). Tyto učebnice mohou sloužit i jako doplňující materiály pro pedagogy.

Při detailním popisu jednotlivých částí gradientu jsem vycházela z fotografií, které jsme pořídili při výzkumném projektu. Autory fotografií jsou převážně doc. Petr Pokorný, Ph.D., doc. Lucie Juříčková, Ph.D. a můj školitel dr. Arnošt Leoš Šizling, Ph.D. V příručce budou bez citace. Ostatní fotografie jsem vybírala z webových stránek Pixabay (<https://pixabay.com>), kde jsou k dispozici fotografie s volně šiřitelnou autorskou licencí, v příručce budou označeny „Pixabay“. Ostatní převzaté fotografie a doplňující obrazový materiál jsou použité z různých publikací a internetových zdrojů a jsou vždy řádně citované.

2.3 Koncepce učebního textu

Příručka je koncipována tak, že na jedné stránce, zpravidla levé, je profilová fotografie, s charakteristickým vzhledem habitatu pro danou zeměpisnou šířku a okolní krajinu s popisem konkrétní lokality. 64 profilových fotografií bylo pořízeno na lokalitách vzdálených cca 50 km (tedy půl-rovnoběžky) a jsou řazené od severu k jihu. Pokud si čtenář publikaci jednoduše prolistuje, uvidí, jak se od severu k jihu krajina mění. Nad profilovou fotografií je vlevo název biomu a vpravo zeměpisná šířka, ze které byla fotografie pořízena. Pod fotografiemi následuje popis daného biomu obsahující převzaté obecné ale i rozšiřující informace o typické flóře a fauně a v poslední řadě také o vlivu člověka na daný biom a jeho osídlení. V úvodu kapitoly o příslušném biomu uvádím vždy tabulku s klimatickým vymezením daného biomu. V tabulce je průměrná roční teplota, teplota nejteplejšího a

nejstudenějšího měsíce a roční úhrn srážek. Nejstudenější a nejteplejší měsíce jsou limitují pro výskyt dominantní fauny a flóry a jsou významnější než průměrná roční teplota (Brown et Lomolino, 1998). Rozšiřující informace a vysvětlení některých odborných termínů je v publikaci odděleno formou „boxů“, které doplňují základní text. Kapitoly v textu příručky nejsou v rámci diplomové práce očíslovány, aby nerušily plynulost textu.

2.4 Náměty do výuky

V druhé části kapitoly Výsledky jsem uvažovala nad využitím mé příručky ve výuce zeměpisu a biologie na středních školách. Vytvořila jsem několik námětů, jak lze s příručkou pracovat při použití různých výukových metod a forem. Pracovala jsem s Rámcově vzdělávacím programem pro gymnázia (RVP G) a všímala si zařazení učiva týkajícího se mé příručky. Nahlédla jsem také do některých učebnic zeměpisu a biologie a snažila se porovnat učivo o biomech s učebním textem v mé příručce.

3 Výsledky

3.1 Návrh textu příručky Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy

Co je biom a co ho utváří

Biosféra, ekosystémy, biomy

Země je jediná planeta ve vesmíru, o které bezpečně víme, že hostí život. Život na planetě Zemi tvoří souhru živých organismů s neživým prostředím (geosférou), vzájemně se ovlivňují a spoluvytvářejí **biosféru** (živý obal Země). Vztáhneme-li jejich souhru na určité území hovoříme o **ekosystémech**. Ekosystémem může být les stejně jako jezero. Les nevyroste bez půdy, ale půdu sám vytváří, podstatou jezera je voda, ale její složení ovlivňují organismy, které v ní žijí. Energie a výměna látek a informací prostupuje mezi živou a neživou částí přírody v čase a prostoru (Prach et al., 2009). Je tomu tak už od počátku vzniku života na Zemi, kdy se postupně vytvořil koloběh všech látek v přírodě neboli biochemický cyklus.

Biochemický cyklus je koloběh látek (chemických prvků a jejich sloučenin) v živé přírodě čili biosféře, kterou prostupuje příroda neživá – geosféra (čili litosféra, atmosféra a hydrosféra). Všechny prvky se tak postupně vlivem biologických, geologických a chemických procesů stále dokola recyklují. Některé prvky kolují v biochemickém cyklu rychle, jiné se mohou někde zdržet delší dobu, třeba v sedimentech na dně oceánu. Živé organismy potřebují neživou složku, jinak by nemohly existovat. Nezbytná je zejména voda, plyny a minerální látky. Po odumření organismu se jednotlivé prvky vrací opět do koloběhu. Tento proces můžeme pozorovat třeba na zahradním kompostu. Zbytky zeleniny, kterou jsme vypěstovali na zahradě se zde pomocí makro- i mikroorganismů postupně rozloží až vznikne úrodná půda, která poslouží jako hnojivo pro růst nových rostlin. Mezi základní biochemické cykly patří koloběh vody, uhlíku, kyslíku a dusíku (Rajchard, 2002).

Velkoplošným ekosystémům, charakteristickým pro určité geografické pásmo Země říkáme **biomy** (Prach et al., 2009).

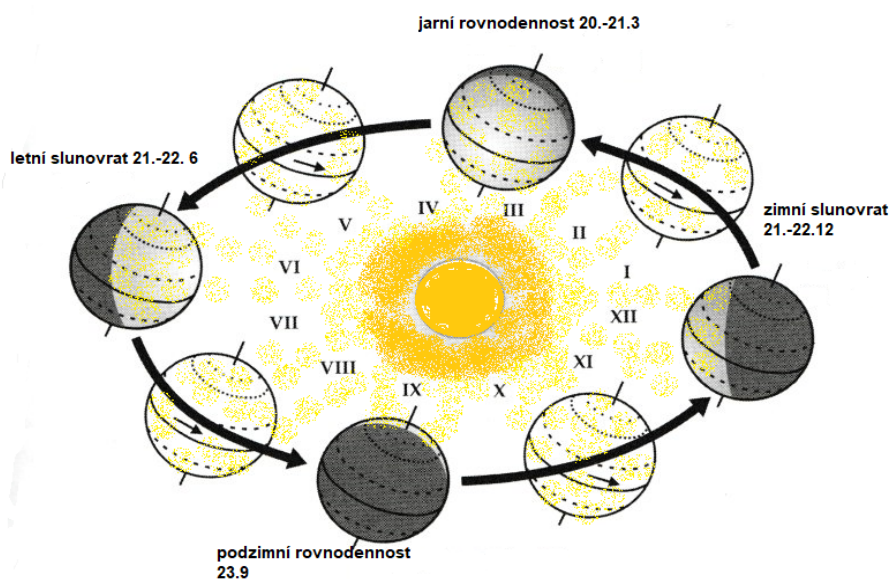
Jednotlivé biomy světa vytvářejí především **klimatické podmínky**, podle kterých rozeznáváme tzv. **zonální biomy**. Pás/zóna rozkládající se v rozmezí určité zeměpisné šířky má charakteristické podmínky, které hostí charakteristické organismy. Pokud je však biom formován jiným faktorem než klimatem, např. nadmořskou výškou (hory) či hladinou spodní vody (mokřady) jde o **biomy azonální**. Tyto biomy tedy můžeme nalézt v různých zeměpisných šířkách a jsou ovlivněné více specifickými přírodními podmínkami na určitém menším území, které překrývají aspoň částečně vliv klimatu (Prach et al., 2009).

Podmínky utváření biomů

Sluneční energie je důležitým a nenahraditelným zdrojem energie pro zachování a rozvoj života na Zemi. Různá místa naší Země jsou zahřívána různou intenzitou. Příkon sluneční energie se odvíjí od **zeměpisné šířky** a **úhlu dopadu** slunečních paprsků na určité místo na Zemi, díky tomu se nám v mírném pásmu střídají čtyři roční období a v pásu tropickém zase období sucha a srážek.

Jak je to se střídáním ročních období?

Paprsky dopadají na různé části Země pod různým úhlem, který se v průběhu roku mění a různé oblasti Země jsou tak zahřívány v různou dobu různou intenzitou (Obr. 3). Tato proměnlivost je dána **sklonem rotační osy Země** vzhledem ke spojnici středů Slunce a Země. Rotační osa Země je odchýlena od kolmice k rovině oběhu o přibližně $23,5^\circ$. To znamená, že dvakrát do roka je rotační osa Země kolmá ke spojnici Země - Slunce a světlo dopadá kolmo na rovník (a stejně na severní i jižní polokouli). Dvakrát do roka je úhel maximální cca $23,5^\circ$; z toho jednou světlo dopadá víc na severní a jednou víc na jižní polokouli. Na rovník dopadají sluneční paprsky po celý rok nejvíce kolmo, proto je tu po celý rok největší příkon sluneční energie. Nedá se tu rozlišit střídání čtyř ročních období, tak, jak ho známe z mírného pásma, ale pouze období sucha a srážek. Se zeměpisnou šířkou se snižuje výška slunce nad obzorem, takže paprsky dopadají směrem k pólům více šikmo (Obr. 4).



Obr. 3 Střídání ročních období (upraveno podle: Prach et al., 2009)

Úhel dopadu slunečních paprsků také závisí na **tvaru reliéfu** krajiny. Je jasné, že jižní a západní svahy hor bývají více ozářeny než severní a východní. Každý ví, že když má doma okno na jih nebo západ, zahřívá se tato místnost nejvíce. Na prudké svahy v horách může slunce dopadat kolmo a zahřívát je tak více než zastíněná dna údolí, kam slunce nemůže,

protože jsou moc hluboká (i rovina pod horami může být ohřívána méně, protože na ní dopadají paprsky šikmo). Část slunečního světla se odrazí již od vrchních vrstev atmosféry, a to tím víc, čím je úhel dopadu větší.

Díky rozdílnému ohřevu povrchu Země a oceánů vznikají **tlakové výše a níže** (Obr. 6), které způsobují **pravidelné větry** (vzduch proudí z tlakové výše do tlakové níže) a **mořské proudy**. Proudění vody a vzduchu formuje klima velkých oblastí (teplota, srážky, oblačnost, vítr atd.) a utváří tak charakter jednotlivých biotů (Prach et al., 2009).

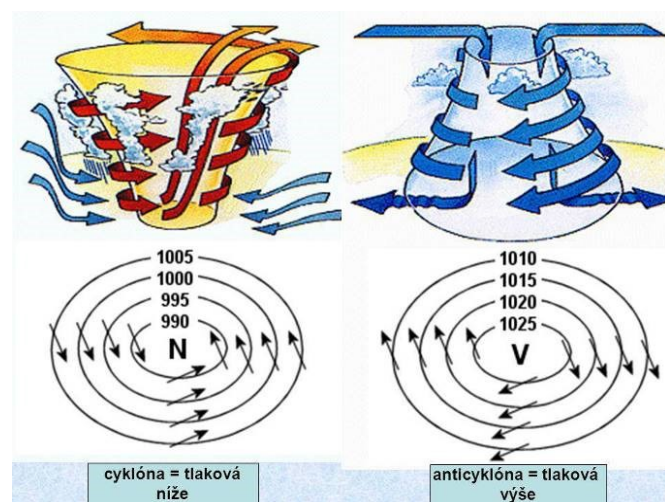
Složitý systém oceánického proudění (oceánický výměník) můžeme nepřesně přirovnat k potrubí, ve kterém pomalu cirkuluje voda a tato cirkulace teplé a studené vody ovlivňuje postupně všechny kontinenty na Zemi (lepší přírěr by asi byl systém ozubených koleček, resp. vírů, kdy jeden roztáčí druhý). Součástí tohoto výměníku je i Golfský proud (Obr. 5), který vzniká v tropickém Atlantiku (v Mexickém zálivu), proudí směrem k Evropě, pod úrovní Anglie se stáčí zpátky, ale v jeho nejsevernějším bodě se z něj odděluje proud Severoatlantický, který otepluje celou západní Evropu. Díky němu je ve Skandinávii tepleji a moře tam nezamrzá (Cílek, 1998).



Obr. 5 Oceánický výměník s Golfským proudem (Cílek, 1998)

Cyklóny a anticyklóny jsou vzdušné víry v atmosféře. Oblasti s vysokým tlakem vzduchu – anticyklóny (ve středu je nejvyšší tlak a směrem k okrajům se snižuje) přinášejí jasné počasí. Oblasti s nízkým tlakem vzduchu – cyklóny (ve středu je nízký tlak, který se směrem k okrajům zvyšuje) přinášejí srážky. Z anticyklón se vzduch pohybuje odstředivou silou směrem ven, uniká do tlakové níže. V cyklónách tedy proudí vzduch směrem do středu útvaru (Obr. 160).

V důsledku Coriolisovy síly (setrvačná síla působící na Zemi) se na severní polokouli anticyklóny stáčí po směru hodinových ručiček a cyklóny proti směru, zatímco na jižní polokouli je to přesně obráceně (Prach et al., 2009)

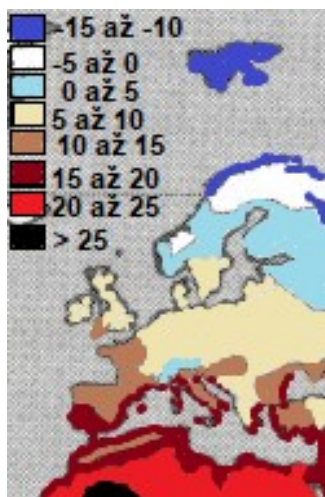


Obr. 6 Cyklóna a anticyklóna na severní polokouli (zdroj: https://is.muni.cz/th/cewzo/Prilohy-CD/Vyukova_prirucka_Atmosfera/UCEBNI_TEXT_ATMOSFERA.pdf)

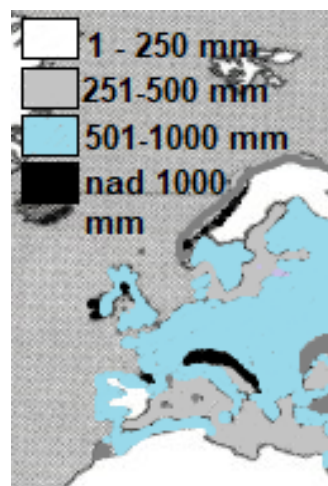
Klimatické faktory

Mezi základní klimatické faktory patří **průměrná roční teplota** (Obr. 7) a **průměrné roční srážky** (Obr. 8) na určitém území. Průměrná roční teplota v zásadě klesá směrem od rovníku k pólům. Představme si, že stojíme na rovníku. Čím více jdeme od rovníku na sever nebo na jih, zvětšují se rozdíly mezi jednotlivými ročními obdobími, zejména létem a zimou. Typická, zhruba stejně dlouhá čtyři roční období, máme jen v mírném pásu. V tropickém a subtropickém pásu mluvíme o období sucha a dešťů, protože množství srážek v jednotlivých

obdobích je tu mnohem výraznější než změna teploty. Průměrné hodnoty ročních teplot a srážek Evropy ukazují obrázky 6 a 7. Srážkově nejbohatší jsou tropické oblasti, zároveň ale i oceánické oblasti mimo tropy (Hendrych, 1984, Prach et al., 2009).



Obr. 7 Průměrné roční teploty v Evropě
(upraveno podle: Prach et al., 2009)

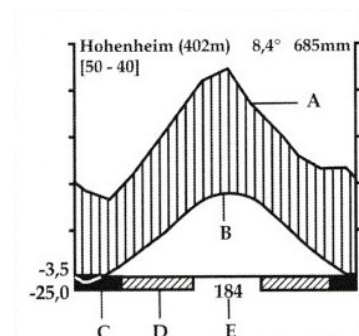


Obr. 8 Průměrné roční srážky v Evropě
(upraveno podle: Prach et al., 2009)

Popsat klima určité oblasti můžeme nejlépe pomocí **klimadiagramu**, který nám udává průměrné měsíční teploty a průměrné měsíční množství srážek během celého roku na určitém území a ukazuje nám tedy hlavní klimatické faktory vybrané oblasti. Nejznámější jsou klimadiagramy podle Waltera (1967).

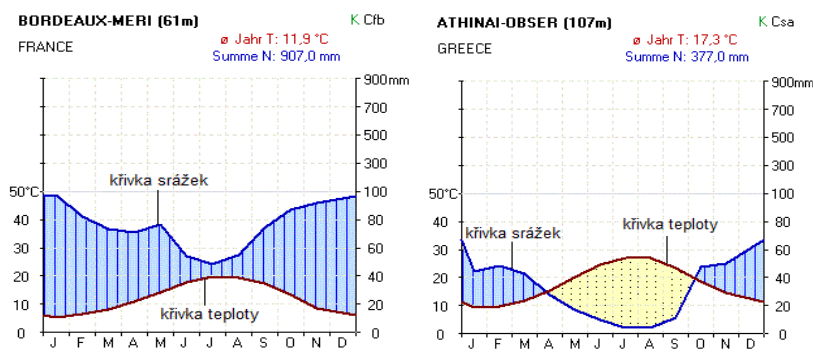
Jak číst Walterův klimadiagram?

Na obrázku 9 je klasický Walterův klimadiagram biomu listnatého opadavého lesa v místě Hohenheim v Německu. Křivka označená „A“ nám udává dlouhodobé měsíční průměry srážek. Křivka „B“ nám udává dlouhodobé měsíční průměry teplot.



Obr. 9 Klimadiagram v místě Hohenheim (převzato z Prach et al., 2009)

Na ose x jsou měsíce roku, černě vybarvený dílek označený „C“ značí dlouhodobě nízké teploty pod 0 °C, šrafované dílky „D“ označují dlouhodobé přízemní mrazíky (může zde být i číselně znázorněn počet dnů bez mrazu označeno „E“). Pravá osa y ukazuje srážkovou stupnici (při srážkách větších než 100 mm za měsíc, odpovídá jeden dílek na stupnici 100 mm a plocha je černě vybarvená). Levá osa y ukazuje teplotní škálu (dílky po 10 °C, v dolní části bývá uvedena průměrná teplota nejchladnějšího měsíce a absolutní naměřené minimum). Pokud se křivky teplot a srážek protínají, dochází k období s nedostatkem srážek (Obr. 11), období vláhově příznivé se značí svislým šrafováním mezi křivkami na ose y. V horní části bývá uvedeno místo měření se svou nadmořskou výškou, průměrná roční teplota a průměrné množství srážek (Prach et al., 2009). Obrázek 10 a 11 ukazují modernější typy klimadiagramů, jejichž význam lze jednoduše odvodit od klasických podle Waltera.



Obr. 10 Klimadiagramy Bordeaux-Meri, kde je dostatek srážek po celý rok a Obr. 11 Athinai-Obser kde je od dubna do září srážek nedostatek (zdroj:

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps14/fyz_geogr/web/pages/05-klima.html)

Klimatické pásy, šířková pásmovitost, výšková stupňovitost

Zonální biomy se váží k jednotlivým **klimatickým pásmům**, které odpovídají určitým zeměpisným šířkám, odtud pojem **šířková pásmovitost**. Příčinou vzniku šířkové pásmovitosti jsou hlavně změny klimatických podmínek, díky tomu se zde vyskytuje i typická flóra a fauna (Horník et al., 1986).

Rozdělení na jednotlivé klimatické pásy je samozřejmě umělé škatulkování, které se u různých autorů liší. Mezi jednotlivými pásy existují plynulé přechody. Zde je použito upravené rozdělení podle Pracha et al. (2009), ve vztahu k jednotlivým biomům (Obr. 12). Údaje odpovídají klimatickým pásmům severní polokoule a jsou doplněné o vlastní pozorování rozmezí přechodu jednotlivých biomů atlantické Evropy:

1. chladný pás

- odpovídá **biomu tundry a polárních pustin**
- málo srážek rovnoměrně rozložených během roku, léta krátká a chladná, zimy dlouhé a mrazivé
- obecně cca 70–85 ° s.š – na našem gradientu se biotundry pohybuje mezi 68,5 - 79,5° s.š.

2. mírný pás – se dělí na:

2.1 chladný mírný pás (boreální jehličnaté lesy)

- odpovídá biomu jehličnatých boreálních lesů neboli tajgy
- chladná a vlhká léta, studené až mrazivé zimy
- obecně cca 50-70 ° s. š. – na našem gradientu se biotajgy pohybuje mezi 62- 68° s.š.

2.2 teplý mírný pás (smíšené lesy mírného pásu)

- odpovídá **biomu opadavých smíšených lesů** a kontinentálněji pak **stepí**
- dostatek srážek během celého roku, krátké a mírné zimy, teplá léta
- obecně cca 40-60 ° s. š. – na našem gradientu jsou smíšené lesy mezi 45-58,5°s.š.

3. subtropický pás – můžeme rozdělit na:

3.1 biom tvrdolisté mediteránní vegetace

- srážky pouze v zimním období, které je krátké a mírné, v létě panují vysoké teploty téměř beze srážek
- vzájemně nesouvislé a vzdálené oblasti na západní straně kontinentů mezi cca 30-40° s.š. – na našem gradientu se biom tvrdolisté vegetace pohybuje mezi 44,5-33,5 ° s.š.

3.2 biom horkých pouští a polopouští

- malý úhrn srážek, velké teplotní výkyvy mezi dnem a nocí
- cca 20-30° s. š. podle konkrétní pouště – na našem gradientu je to 33-31,5 ° s.š. (31,5° s.š. je však pouze nejjižnější místo výzkumného projektu)

4. tropický pás – odpovídá biomu tropických deštných lesů na rovníku a opadavých tropických lesů a savan (tento biom již není součástí našeho gradientu, protože nepatří k Evropské, nýbrž k Etiopské zoogeografické oblasti)

- vlhké letní období s vysokým úhrnem srážek se střídá s obdobím sucha, směrem od rovníku na sever i na jih postupně srážek ubývá
- cca 0-23,26° s. a j.š (vymezen obratníky Raka a Kozoroha). – vymezení se ale liší podle kontinentů (V Asii se pohybuje kolem 20° s.š., v Africe mezi 0-8° s.š.)



Obr. 12 Biomy Evropy (upraveno podle: Wikipedia)

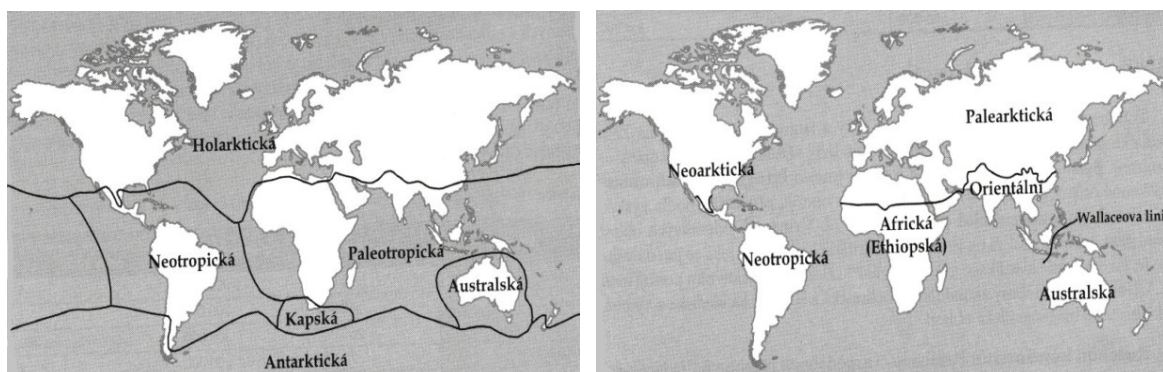
Klimatické podmínky a tím pádem i určité místo nebo biom ovlivňuje kromě šířkové pásmovitosti (zeměpisné šířky) také **výšková stupňovitost** (tj. nadmořská výška). Nejde tedy pouze o to, jak daleko od rovníku se nacházíme, ale také o to, jak vysoko nad hladinou moře jsme.

Výšková stupňovitost je podmíněná zejména reliéfem, to znamená tvarem krajiny, patrná je především na horách. Když zdoláváme nějaký vrchol, je tím chladněji, čím jsme výše. V Evropě např. klesá na každých 100 metrů průměrná roční teplota o 0,65 °C a zvyšuje se množství srážek. Díky množství dopadajícího slunečního záření, přítomnosti pravidelných větrů či tvaru a rozlohy pohoří, může být stupňovitost nepravidelná. V případě velmi členitého reliéfu může dojít k inverzi, tedy opaku vegetační stupňovitosti, vznikají tak např. mrazové kotliny, kde se drží sníh i v letním období. Je to proto, že jsou v zástínu před slunečními paprsky a udržují si tak chladné klima po dlouhou dobu. Každé pohoří má své spektrum výškových stupňů, které je pro něj charakteristické (Horník et al., 1986).

V našem putování jsme se proto snažili co možná nejvíce vyhnout výškové stupňovitosti. Drželi jsme se v podobných nadmořských výškách, abychom mohli sledovat změnu krajiny od severu k jihu, aniž by byla ovlivněná výškovou stupňovitostí.

Biogeografie, biomy atlantické Evropy

Rozdělením biodiverzity (všech organismů na Zemi) a procesy, které toto rozdělení způsobily se zabývá věda zvaná **biogeografie**. Náš gradient je součástí Evropy, která patří z hlediska rozmístění rostlin, tedy fyto geografie do Holarktické oblasti, což je v podstatě celá mimotropická severní polokoule (Obr. 13). Podle rozmístění živočichů, tedy zoogeografie je Evropa součástí Palearktické oblasti, kterou tvoří Eurasie (Obr. 14). Biogeografické oblasti jsou chápány různě, my zde použijeme dělení podle Pracha et al. (2009).



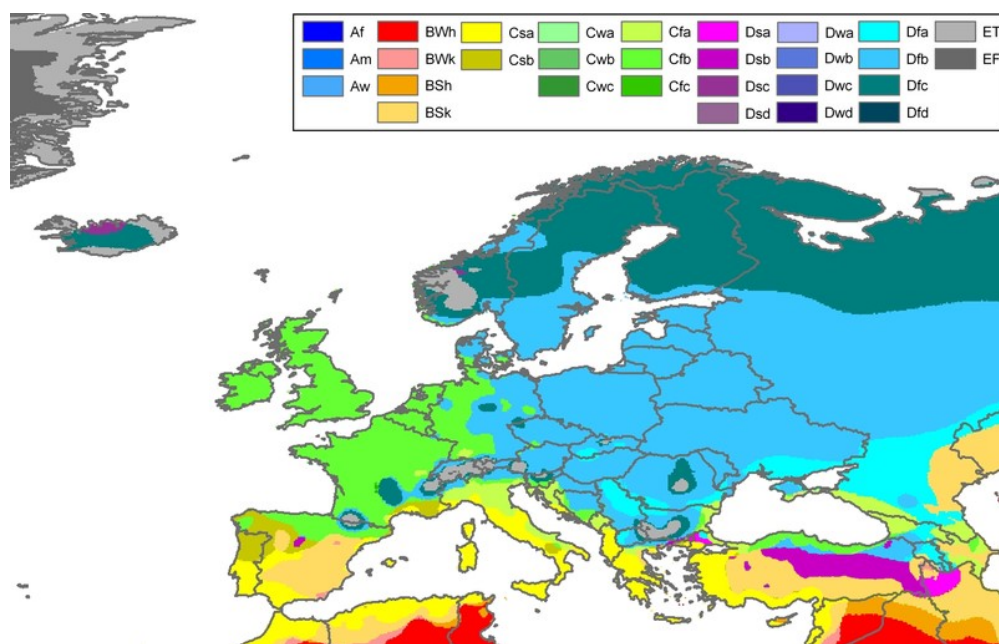
Obr. 13 a Obr. 14 Biogeografické oblasti Země, vlevo fyto geografické členění, vpravo zoogeografické členění. Z obou mapek je vidět, že součástí naší evropské oblasti je i severní Afrika (Prach et al., 2009)

Tato příručka se věnuje biomům západní neboli atlantické Evropy.

Atlantická Evropa: Celá západní a část střední Evropy je pod vlivem vlhkého proudění z Atlantického oceánu. Atlantický typ klimatu je vyrovnaný, blízkost oceánu mírní teplotní extrémny, protože voda se pomalu zahřívá a pomalu chladne. Typické jsou mírné deštivé zimy a chladnější, rovněž deštivá, léta. Obecně je mezi zimou a létem i mezi dnem a nocí malý teplotní i srážkový rozdíl.

Kontinentální Evropa: Čím více do středu kontinentu postupujeme a jsme dále od oceánu, tím je klima více kontinentální. To znamená, že jsou zde větší rozdíly mezi teplotami ve dne a v noci, ale také větší rozdíly mezi jednotlivými ročními obdobími. Vliv oceánu se zde již neprojevuje, srážky se sem dostávají méně často a nerovnoměrně. Typické jsou mrazivé zimy s minimem srážek a horká slunná léta.

Přesnou hranici (Obr. 2) mezi atlantickou a kontinentální Evropou lze jen těžko stanovit, probíhá severojižně Německem, ale není stabilní mírně osciluje na západ i na východ (Hewitt, 1999).



Obr. 2 Klimatické oblasti Evropy podle Peel et al. (2007). Pro nás jsou důležité zkratky cfb – temperate oceanic climate čili oceánické klima a dfb – temperate kontinental climate čili kontinentální klima

Tato příručka se zabývá všemi klimatickými pásy kromě pásu tropického, který se v evropské biogeografické oblasti nevyskytuje.

Popisuje tedy biomy tundry, tajgy, smíšených lesů mírného pásu, stálezelené tvrdolisté vegetace (neboli mediteránu) a pouští a polopouští. Atlantický pás jsme zvolili proto, že zde nejsou výrazné horské masivy, jejichž výšková stupňovitost by ovlivnila plynulý přechod mezi výše zmíněnými biomy. V atlantické Evropě jsme se pohybovali pouze v nížinném a pahorkatinném stupni, abychom sledovali změnu krajiny způsobenou klimatem nikoli nadmořskou výškou. Budeme si tedy moci ukázat, že jednotlivé biomy nemají pevné hranice, a že se při cestě od severu na jih nacházíme častěji v přechodných zónách než v biomech, jejichž charakteristiku známe z obecných biogeografických učebnic. Uvědomíme si tak lépe, že jakékoli škatulkování přírody popisuje pouze její ideální část, většina krajiny se ale nachází „někde mezi“.

Klimax a sukcese

Každé společenstvo organismů na určitém místě (biotopu) se přirozeně vyvíjí k optimálnímu stavu pro daný biotopu – k tzv. **klimaxu**. Postupný vývoj k tomuto optimálnímu stavu se nazývá **sukcese** (Červinka et al., 2005). Podle toho se některá společenstva rostlin označují za sukcesní, jsou vlastně na vývojové cestě k optimu. Sukcese probíhá všude tam, kde byla příroda více nebo méně narušena či zničena, což je v současné době bohužel na většině území Evropy. Jako počáteční stádium sukcese si můžeme představit stejně tak území překryté lávou po výbuchu sopky jako právě opuštěný lom. Žádné takové území nezůstane dlouho prázdné. Z nebe na něj doslova prší různá semena rostlin nebo klidová stádia živočichů, některé organismy sem jsou pasivně doneseny třeba větrem, jiné sem aktivně doletí či dojdou. Pokud pozorujeme sukcesní vývoj od počátku, můžeme sledovat nejprve tzv. pionýrské druhy rostlin (rostliny odolné, s nízkými nároky na prostředí), které se na nehostinném místě snadno a rychle uchytí (Kvasničková, 2013). V případě dřevin jsou takovým příkladem břízy s létavými semínky, které pak na daném biotopu vytvoří příhodné podmínky pro uchycení ostatních druhů dřevin. Jejich spadané listí a mrtvé dřevo se stane substrátem pro další organismy.

Klimaxovým stádiem jednotlivých biomů Evropy jsou tedy tundra, tajga, smíšený les, tvrdolistá vegetace a pouštní vegetace.

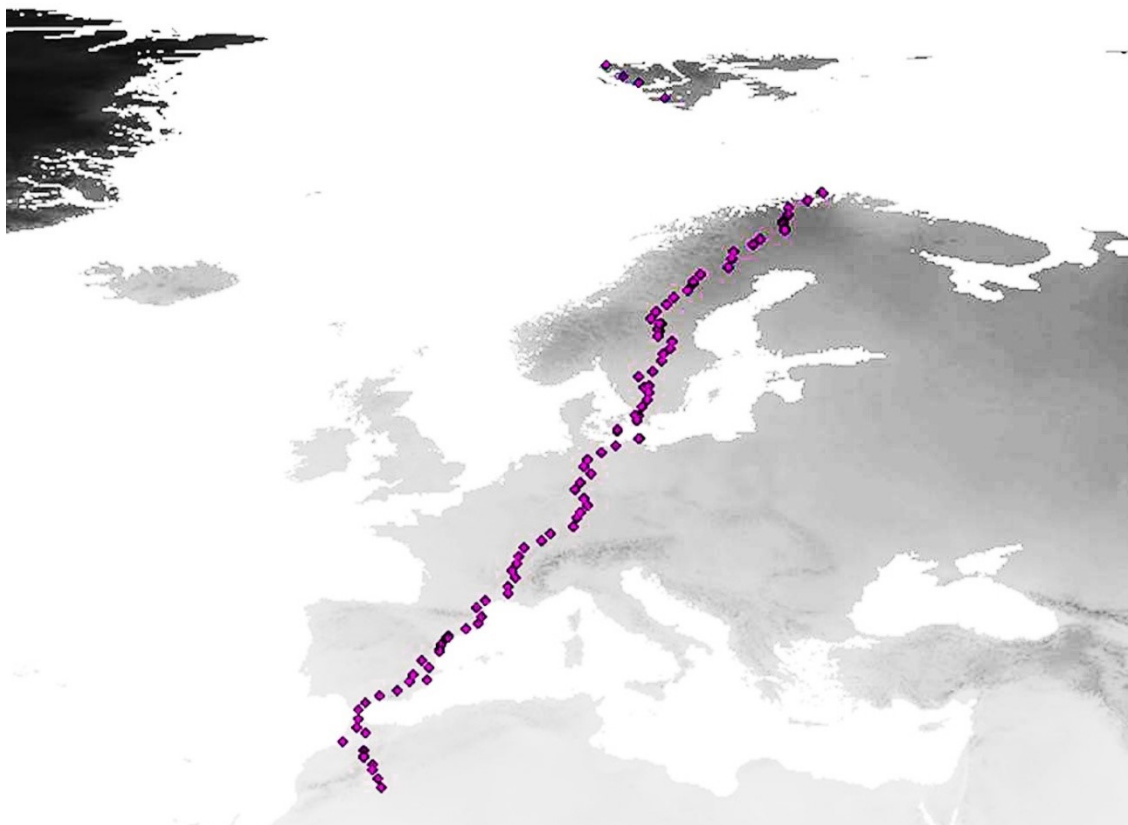
Cesta po severojižním gradientu

Naše cesta vedla od nejsevernějšího bodu Evropy, za kterou můžeme považovat ostrov Svalbard ($79,64^{\circ}$ s.š.), resp. v kontinentální Evropě mys Nordkapp ($71,5^{\circ}$ s.š.), až po biogeograficky nejjižnější část, která končí pouštní Saharou v Maroku (31° s.š.). Pouštní biom sice již leží na Africkém kontinentu, Gibraltarská úžina zde ale prakticky nepředstavuje žádnou bariéru, a proto je severní Afrika z biogeografického hlediska stejná oblast (Obr. 13 a 14).

Jak číst tuto příručku

Trasa od Svalbardu po Saharu je rozdělená po půl rovnoběžkách, které jsou ilustrovány 64 „profilovými fotografiemi“, charakterizujícími změnu krajiny (Obr. 1). Příručku můžeme vzít, zalistovat stránkami a již získáváme první představu o tom, jak se příroda mění. Nad každou profilovou fotografií je vlevo název biomu a vpravo zeměpisná šířka, ze které je fotografie pořízena. Pod obrázky na každé stránce se pak můžeme začíst do popisu jednotlivých zonálních biomů. Najdeme zde, jak klima a geomorfologie vymezují každý biom, jak se daným podmínkám přizpůsobily rostliny a živočichové a v neposlední řadě také to, jak se člověk, nejpřizpůsobivější ze všech živočichů, naučil využívat prostředí všech biomů. V příručce se setkáme i s azonálními biomy nebo spíše biotopy, které se nacházely na našem gradientu a doplňovaly tak celkový ráz biomu. Proto jim v rámci jednotlivých biomů věnuji samostatné podkapitoly.

Pokud při čtení narazíme na nějaké odborné termíny, můžeme si rozšířit znalosti čtením „boxů“, které doplňují souvislý text. Další fotografie a boxy pak rozšiřují základní informace zajímavostmi o dominantních rostlinách či živočiších. Tento text se zabývá převážně obecnými popisy daných biomů, v popiscích k jednotlivým profilovým fotografiím pak můžeme sledovat „realitu“, konkrétní jemnou změnu společenstev, které sice odpovídají jednotlivým biomům, ale zároveň často vytvářejí neostré přechody mezi nimi. Často se jedná i o různá sukcesní stádia směřující ke klimaxu daného biomu. Můžeme si tedy porovnat učebnicové biogeografické rozdělení s přírodní realitou. Příručkou tedy můžeme listovat a sledovat podle profilových fotografií, jak se mění západoevropská příroda. Můžeme se do ní i podrobněji či méně podrobně začíst a dále s ní pracovat.

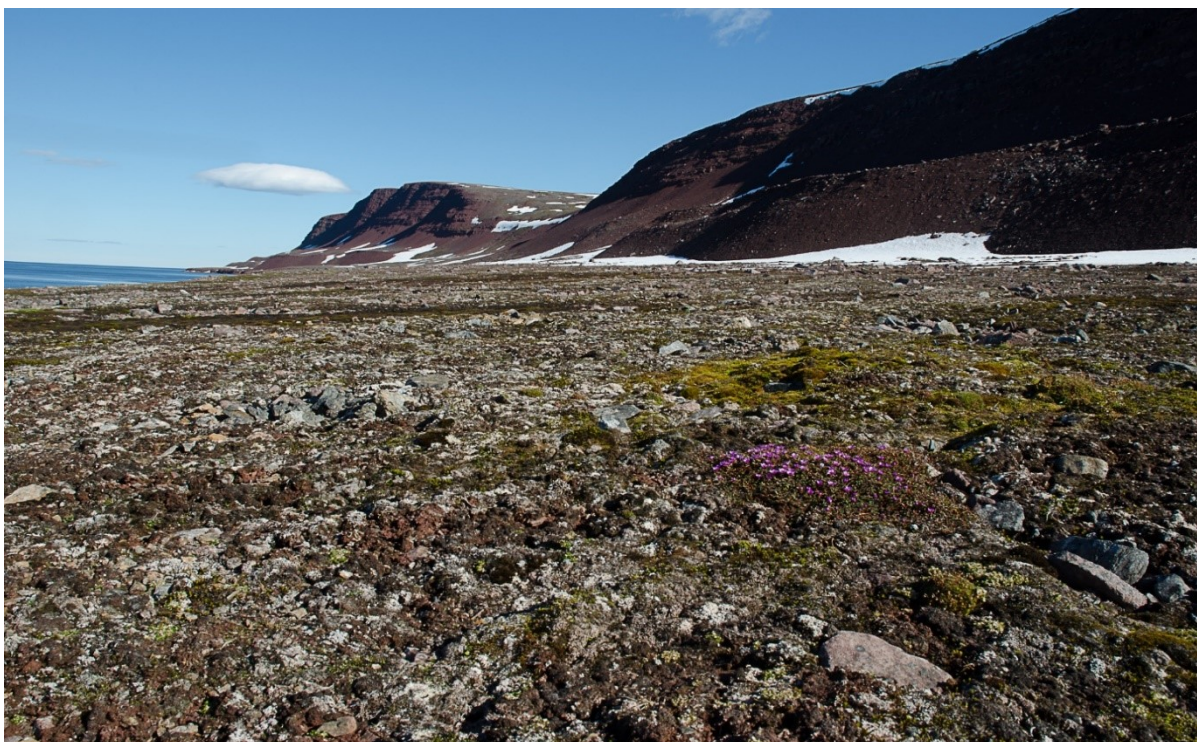


Obr. 1 Trasa severojižního gradientu Atlantickou Evropou, fialové body na mapě značí lokality vzdálené cca 50 km, z nichž pocházejí profilové fotografie, uvedené níže v příručce.

Cesty proti proudu času

Na charakteru jednotlivých přirozených biotů si můžeme ukázat, jak vypadala krajina střední Evropy v minulosti, resp. po poslední ledové době. Představme si, že čím jdeme více na sever, tím jsme více v minulosti. Severská tundra, tak pro nás představuje s jistou nadsázkou krajinu střední Evropy v době ledové, řekněme před 20 tisíci lety, tajga je pak jakousi obdobou časně doby meziledové někdy před 10 tisíci lety.

Pojďme tedy společně zjistit, jak se krajina v Evropě mění a čím je to způsobeno.



Obr. 15 Nejsevernější výběžek tundry s kamenitým terénem a ostrůvkovitou vegetací, jde spíše o přechod mezi tundrou a polární pouští, než o typickou tundru; souostroví Svalbard, náš nejsevernější bod.

Tundra, krajina bez lesa, nejsevernější biot Evropy

Název tundra pochází z laponského slova „tunturi“, což znamená plochý, bezlesý pahorek (Horník et al., 1986). Severní hranici tvoří prstenec na pobřeží Severního ledového oceánu obklopující arktickou pouštinu. Arktická tundra je zonální, je vymezena trvale zaledněnými polárními oblastmi na severu, zatímco na jihu je lemovaná jehličnatými lesy – tajgou. Tundra alpská je azonální, najdeme ji na nejvyšších vrcholcích hor, kde si ji můžeme prohlédnout i v jiných klimatických pásmech, třeba v horách mírného pásu včetně našich nejvyšších vrcholků (Prach et al., 2009).

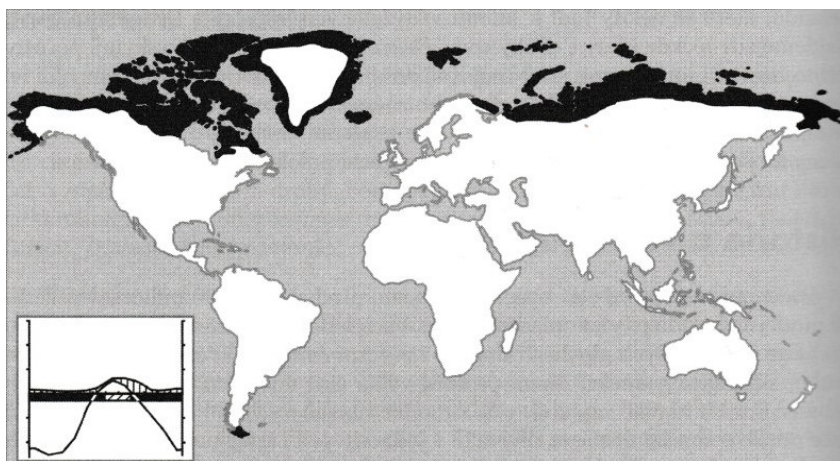
Území tundry zasahovalo v ledových dobách až do oblastí mírného pásu, takže její zbytky na vrcholcích hor jsou vlastně reliktem (pozůstatkem) tohoto původně rozsáhlého rozšíření. Druhy, které zde žijí jsou tedy glaciální relikty. V ledových dobách poklesla hladina moře až o 100 metrů, protože skoro 2/3 veškeré sladké vody na Zemi zamrzlo v ledovcích (Horník

et al., 1986). Díky tomu mohlo být území tundry propojené pomocí pevninských mostů mezi nynějšími ostrovy, poloostrovy, a dokonce i kontinenty a zvířata volně přecházela mezi Eurasií a Severní Amerikou. Proto je většina tundrové vegetace a zvířeny tzv. cirkumpolární, tedy stejná v Americe i Eurasii (Prach et al., 2009). Dále se budeme zabývat jen tundrou zonální.

Tabulka 1. Klimatické vymezení biomu tundry (upraveno podle Horník et al., 1986)

Průměrná roční teplota	-13 až -5 ° C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce a nejstudenějšího měsíce	2 až 9 ° C -16 °C až -36 °C
Průměrný roční srážkový úhrn	150-300 mm

V Evropě se zonální tundra vyskytuje jen v nejsevernější Skandinávii a na ostrovech jako je Island nebo Svalbard. Dále ji najdeme v severní Asii, v severní Americe, Grónsku a jeho přilehlých ostrovech (Obr. 16). Na eurasijském kontinentě leží její jižní hranice přibližně na 70° s. š. (Hendrych, 1984). Tato hranice je ve Skandinávii posunuta severněji než na jiných kontinentech vlivem působení Golfského proudu oteplujícího celou Evropu (Cílek, 1998, 2006). Na našem gradientu je rozmezí tundry 68,5-79,5°s.š.



Obr. 16 Rozmístění tundry na Zemi a její typický klimadiagram (Prach et al., 2009)



Obr. 17 Tundra s kamenitým terénem a nezapojenou vegetací. V pozadí je menší ostrovní forma soba (*Rangifer tarandus*). Souostroví Svalbard.

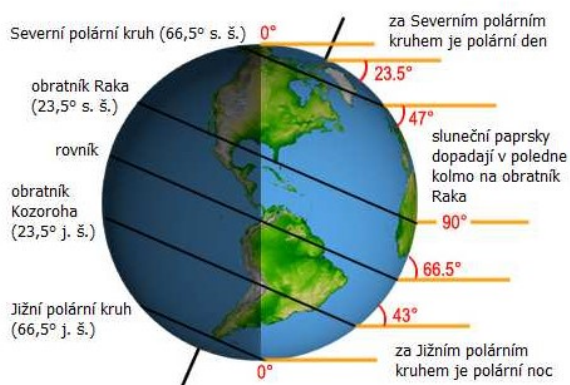
Arktická tundra je charakteristická svými drsnými přírodními podmínkami. Klimaticky se jedná o velice chladné území s vegetačním obdobím (období, kdy se rostliny rozmnožují a rostou) dlouhým nanejvýše 1-3 měsíce v roce a průměrnou roční teplotou nepřesahující 0 °C (Brown et Lomolino, 1998). Znamená to, že po zbytek roku je krajina pokrytá sněhem anebo zmrzlá.

Zimy jsou dlouhé, velice chladné a temné (průměrná teplota nejchladnějšího měsíce ledna se pohybuje kolem -10 °C). V zimě v tundře prakticky neexistuje denní světlo, pouze pár hodin šera, nastává polární noc. Léta jsou krátká, ale mohou být i poměrně teplá, teploty mohou vystoupat i nad 30 °C. Letní dny jsou naopak velice dlouhé a světlé, máme tu polární den, kdy slunce prakticky nezapadá, nastávají tzv. bílé noci (Obr. 18). Uvědomme si ale, že sluneční paprsky v severních šířkách dopadají i v létě šikmo k zemi, takže se více odrážejí a zemi zahřívají jen velice málo (Obr. 4).

Polární den: jev nastávající za hranicí polárního kruhu, vrcholí o letním slunovratu, Slunce nejméně po dobu jednoho dne nezapadá za obzor (obvykle 21.6.). Paprsky dopadají kolmo na obratník Raka, Slunce zde dosáhne nejsevernějšího bodu své dráhy. Na jižní polokouli je v tuto dobu zimní slunovrat.



Obr. 18 Severské bílé noci



Obr. 4 Polární den (Dumpíková, 2018)

Polární noc: jev, který nastává vždy za hranicí polárního kruhu, Slunce nejméně jeden den vůbec nevyjde nad obzor, paprsky dopadají kolmo na obratník Kozoroha. Nastává o zimním slunovratu (kolem 21.12.) na severní polokouli (o červnovém slunovratu na jižní polokouli). Na jižním pólu máme touto dobou polární den.

Polární den a noc se střídají s půlroční periodou. Délka polárního dne/noci je tím delší, čím jsme od polárního kruhu blíže k pólům (Demek et al., 1997).



Obr. 19 Tundra s převážně zapojenou trsovitou vegetací, souostroví Svalbard.

Pro tundru je typické malé množství srážek s úhrnem 150–300 mm, což je srovnatelné s pouštěmi či polopouštěmi. V chladných oblastech, kde se tolik vody nevypaří, protože tu sluneční paprsky nezahřejí půdu dostatečně, stačí i toto malé množství srážek pro růst nízké vegetace. Zásoba vody v půdě a místy až její zamokřenost je při tak malých srážkách způsobena tím, že v létě půda roztaje jen na povrchu, zatímco o něco hlouběji zůstává věčně zmrzlá půda, která působí jako izolace. Tato zmrzlá půda se objevuje už v hloubce 25–50 cm (podle ročního období se tato hloubka může měnit) a nazývá se **permafrost**. Kvůli této neprostupné vrstvě zde mohou růst jen rostliny jejichž kořeny jsou krátké a mohou se uchytit mělko pod povrchem půdy (Hendrych, 1984; Horník et al., 1986, Opatrný, 1999).

Tundrová vegetace

Zatímco v nejsevernějších částech tundry, na samé hranici polární pouště (Obr. 23), vidíme spíše ostrůvky vegetace a převažující kamenitý substrát, jižněji (Obr. 27) již převažuje vegetace, byť stále ostrůvkovitá, nad kamenitým substrátem a dále (Obr. 32) již vidíme

v podstatě zapojenou nízkou vegetací. Tundru od severu k jihu tedy můžeme chápat jako zpočátku „izolované souostroví vegetace v moři kamení“, k jihu se tento poměr postupně mění. V souvislosti s klimatem, ale také s geomorfologií, můžeme arktickou tundru popsat podle převládajícího typu vegetace jako lišejníkovou, mechovou, keříčkovou a bylinnou (Hendrych, 1984).



Obr. 20 Polštářovitá vegetace typická pro nejsevernější tundru, Svalbard.



Obr. 21 Lomikámen (*Saxifraga cespitosa*) tvořící polštářky má jen nízkounké stonky.



Obr 22 Silenka (*Silene apetala*) obklopená kamením.



Obr. 23 Tundra na jednom z nejsevernějších bodů kontinentální Evropy – mysu Nordkapp. Vegetace na kamenitém substrátu je řídká ale už ne ostrůvkovitá. Skok mezi rovnoběžkami vyplňuje Severní ledový oceán.

Pro tundru Skandinávie je nejtypičtější lišejníkový a keříčkový typ vegetace, tvořený zakrslými miniaturními stromky jako je např. bříza zakrslá (*Betula nana*- Obr. 25), vrba laponská (*Salix lapponum*- Obr. 26) či dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*- Obr. 24). Přestože tyto rostliny připomínají byliny, mají dřevnatý kmínek (Hendrych, 1984).

Dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*) I když vypadá jako obyčejná bylina, je to stálezelený polokeř, rostoucí dnes v celé arktické oblasti. Jedná se o rostlinu, která byla hojná na stepích, po nichž běhali mamuti v ledových dobách, tedy o glaciální relik. Druhové jméno „osmiplátečná“ značí 8 okvětních lístků (Obr. 23), rodové jméno dryádka (*Dryas*) bylo zase použito pro označení poslední chladné epizody, která přerušila oteplování na konci poslední doby ledové – tzv. dryas (16 000 -11 700 před dneškem), po němž končí ledová doba a začíná se definitivně oteplovat (Elkington, 1971).



Obr. 24 Dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*)



Obr. 25 Bříza zakrslá (*Betula nana*)



Obr. 26 Vrba polární (*Salix polaris*) – je to strom, byť miniaturní.



Obr. 27 Tundra s prvními ostrůvky nízkých vrb, které se udrží jen v chráněném a vlhčím úžlabí.

Téměř všude v tundře se setkáme s keříčky s nápadnými a často chutnými plody, např. brusnice brusinky (*Vaccinium vitis-idaea*- Obr. 30), brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), vlohyně bahenní (*Vaccinium uliginosum*- Obr. 31), ostružiníku morušky (*Rubus chamaemorus*- Obr.29), klikvy žoraviny (*Oxycoccus quadripetalus*) nebo šichy černé (*Empetrum nigrum*- Obr. 28).

Plody tundry tvoří potravu většiny býložravců této oblasti. Jsou ale využitelné i pro lidi, kteří si z nich vaří různé marmelády, suší je, nebo z nich vyrábějí alkoholické nápoje. Zatímco borůvky a brusinky jsou hojné i u nás, zejména na kyselých půdách často i v hospodářských lesích, ostatní keříčky se ve střední Evropě vyskytují jen vzácně jako glaciální relikty v horách či na mokřadech. Plodům vlohyně se někdy říká „opilky“, když jich sníme větší množství, mohou vyvolávat stav podobný opilosti.



Obr. 28 Šícha černá (*Empetrum nigrum*)



Obr. 29 Ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*)



Obr. 30 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)



Obr. 31 Vlochině bahenní (*Vaccinium uliginosum*)

Jak se rostliny chrání před mrazem?

Některé tundrové rostliny mohou růst v drobných prohlubních, kde se lépe drží vlhkost a v zimě sníh, který bývá jinde vyfoukaný. Zde funguje sníh jako peřina, chránící rostlinu před mrazem. Pod sněhem se může vytvořit drobný jehličkový led, takže mezi půdou a sněhem vznikne drobná vzduchová izolační vrstva. Traviny zase tvoří trsy. Staré uschlé listy chrání jako kabát ty mladé před vysycháním a mrazem. Všechny rostliny s širšími listy tvoří polštářovité nebo růžicovité útvary při zemi (Obr. 20 a 21). V polštáři či hustém trsu se lépe drží opadané listí, které se dlouho a pomalu rozkládá a vrací tak rostlině živiny, zároveň zadržuje vodu a jako peřina i teplotu. (Prach et al., 2009). Kromě výše zmíněných mechanických adaptací, se rostliny přizpůsobily také fyziologickými mechanismy zabráňujícími zamrznutí vody v buňkách. Napomáhají jim k tomu rostlinné fytohormony (např. kyselina abscisová a giberlinová), voda díky jejich působení většinou zmrazne jen v mezibuněčných prostorech a samotnou buňku tak neohrozí (Procházka, 1998)



Obr. 32 Lesotundra s keříčkovou zapojenou vegetací a se zakrslými břízami, dosahujícími výšky kolem tří metrů. Mezi břízy se dostane dost světla, proto je podrost tak bujný.

Nízké teploty a špatně dostupné živiny neumožňují rostlinám rychlý růst, a proto u nich musí být životní cyklus upraven. Rostliny tundry bývají dlouhověké a rozmnožují se převážně vegetativně. V nepříznivém období přerušují svůj vývoj nebo rozdělí svůj životní cyklus do více let (vykvetou až v příhodných podmínkách). Je to pro ně energeticky méně náročné než rozmnožovat se pohlavně.

Vegetativní rozmnožování je způsob nepohlavního rozmnožování, kdy nový jedinec vzniká z namnožené části mateřské rostliny. Používá k tomu různé plazivé stonky, oddenky, kořeny apod. Příhodné podmínky pro vyklíčení semen mohou nastat třeba jen jednou za několik let, proto je tento způsob rozmnožování pro rostlinu energeticky a časově nejvýhodnější (Prach et al., 2009)

Fauna tundry

Fauna tundry není příliš bohatá, daří se zde zejména býložravcům, kteří mají díky odolným stálezeleným keříčkům, mechům, a lišejníkům zajištěný přísun potravy po celý rok.

Dominantní býložravci mohou zdroj potravy lokálně vypást, a proto je pro ně typická migrace za potravou. Takto migruje po tundře jeden z největších zástupců evropské tundrové zvířeny, sob polární (*Rangifer tarandus*).

Soby si člověk domestikoval (Obr. 33) a dodnes představují hlavní způsob obživy původního obyvatelstva. Sobi poskytovali lidem vše potřebné pro život v drsných podmínkách severu, a to hlavně maso, mléko a kožešiny. Sloužili ale také jako dopravní prostředek. Hlavní potravou sobů jsou lišejníky, které rostou velmi pomalu, a proto bylo potřeba soby pást na rozsáhlých pastvinách. Díky tomu se stali původní obyvatelé, ve Skandinávii Laponci, kočovníky a přesouvali svá stáda za lepší potravou (Demek et al., 1997).



Obr 33 Stádo domestikovaných sobů z kontinentu.



Obr 34 Sob, divoká, menší a jednobarevná ostrovní forma ze Svalbardu.



Obr. 35 Březová tundra s jalovcem (*Juniperus*) na skalnatějším podloží.

Z menších savců jsou charakteristickými živočichy tundry zejména lumíci (Obr. 39). Lumík norský (*Lemmus lemmus*) patří mezi drobné severské hlodavce čeledi hrabošovitých. Lumíci se v pravidelných intervalech přemnožují, a pak se vydávají hromadně hledat nová místa s dostatkem potravy. Na lumících nebo zajíci bělákoví (*Lepus timidus*) si ráda pochutná liška polární (*Vulpes lagopus*), patří mezi hlavní predátory tundry, loví drobné savce, ale přizpůsobuje se i na mršinách. Liška polární vyměňuje srst, zimní i letní kožíšek poskytuje dokonalé mimikry (Obr. 35 a 36).



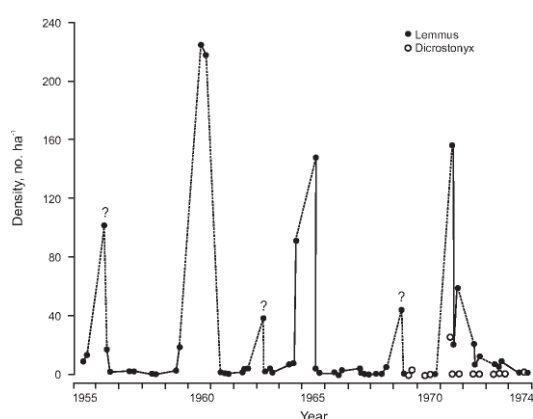
Obr. 36 liška polární (*Vulpes lagopus*) v letním šatu



Obr. 37 liška polární – zimní srst (zdroj: Pixabay)

Životní cyklus lumíků

Díky trvale dorůstajícím řezákům mohou lumíci (*Lemmus lemmus*), stejně jako další hraboši, přežít i na velmi tuhé potravě. Jednou za 3-6 let se pravidelně přemnoží (dochází k tzv. populační explozi, proč to se úplně přesně neví- Obr. 38). Lumíci sežerou velké množství vegetace. V příznivých letech aktivují i v zimě, přičemž produkují velké množství exkrementů, z nichž se do půdy uvolní velké množství živin. Když sežerou veškerou dostupnou potravu, začíná jejich populace prudce klesat. Musí počkat, až díky živinám z jejich exkrementů naroste vegetace nová, a tak se cyklus opakuje (Prach et al., 2009). Na tento cyklus reagují jejich hlavní predátoři (liška polární, lasice hranostaj nebo sovice sněžní) a díky bohaté potravě v podobě lumíků roste i populace těchto predátorů. Když predátoři snědí většinu populace lumíků, dochází následně i ke snížení populace predátorů, protože jim schází kvalitní potrava a cyklus se opakuje (Pitelka et Schultz, 1964).



Obr. 38 Graf znázorňující zhruba populační cyklus lumíků (Pitelka et Bazli, 2007) Obr. 39 Lumík (*Lemmus lemmus*, zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lumik>)



Obr.40 Řídká březová tundra na exponované lokalitě, vyšší stromy-bříza pýřitá (*Betula pubescens*), nižší porost – bříza zakrslá (*Betula nana*).

Dravce najdeme v tundře i mezi ptáky, nejvýznamnější je sovice sněžní (*Nyctea scandiaca*). Dále tu žijí hrabaví ptáci bělokur rousný (*Lagopus lagopus*) a bělokur horský (*Lagopus muta*), kteří podobně jako i sovice v zimě vyměňují peří. Bílé peří jim poskytuje mimikry na sněhu (Buchar, 1983, Sedlag, 1986).

Na drsné podmínky tundry se živočichové adaptovali nejrozličnějšími životními strategiemi, mezi které patří stejně jako u rostlin tolerance k nízkým teplotám a adaptace na sněh. Například sobům se pro snadnější pohyb na sněhu vytvořila široká kopýtka, lumíci mají zase dráp k hrabání nor ve sněhu, krátké uši lišky či zajíce omezují ztráty tepla (Buchar, 1983).

Pobřeží Skandinávie (zejména tundry a tajgy)

Pobřežní atlantického oceánu představují speciální azonální biotopy, bezprostředně ovlivněné mořem.

Na pobřeží se setkáme např. s rackem sněžným (*Pagophilla eburnea*- Obr. 42), rybákem dlouhoocasým (*Sterna paradiseaea*- Obr. 43), nebo třeba s papuchalkem ploskozobým (*Fratrcula actica*- Obr. 41), který je jakousi ekologickou severskou obdobou tučňáků na jižní polokouli (Vitásek, 1966; Horník et al. 1986; Sedlag, 1986).



Obr. 41 Papuchalk ploskozobý (*Fratrcula arctica*, zdroj: Pixabay)

Papuchalk ploskozobý (*Fratrcula arctica*) je podsaditý pták, patřící mezi alky, s charakteristickým zakulaceným barevným zobákem. Není moc dobrý letec, ale tento nedostatek dohání skvělými plaveckými schopnostmi, potopí se až do hloubky 60 m. V moři loví ryby, které tvoří jeho hlavní potravu. Na pobřeží si hloubí až metr hluboké nory, kam samička v květnu klade jediné vejce (Sedlag, 1986). Hlavním nepřitelem papuchalka je kromě lišky polární zejména člověk. Na Faerských ostrovech je papuchalk národní pochoutkou (Stanovský, 2016), setkáme se s ním ale i v severní Skandinávii (Obr. 41).



Obr 42 Racek sněžní (*Pagophilla eburnea*)



Obr. 43 Rybák dlouhoocasý (*Sterna paradiseaea*)

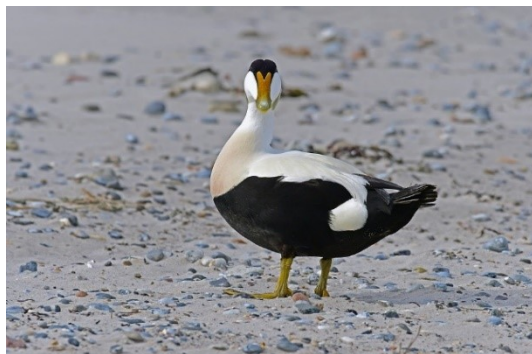


Obr. 44 Řídká březová tundra na vysychavém písčitém substrátu, keříčky proto zůstávají řídké.

Elegantním ptákem severského pobřeží je potáplice malá (*Gavia stellata*- Obr. 45). Peří kajek mořských (*Somateria mollissima*- Obr. 46) má vynikající izolační vlastnosti, takže je tou nejkvalitnější náplní spacích pytlů či pérových bund.



Obr. 45 Potáplice malá (*Gavia stellata*)



Obr. 46 Kajka mořská (*Somateria mollissima*, zdroj: Pixabay)

Tundra a člověk

Přestože tundra je dosti drsným typem prostředí, je člověkem ovlivňována prakticky od ústupu ledovce poslední ledové doby. Člověk ji po tisíciletí využíval a dodnes využívá zejména pro pasení sobů (Prach et al., 2009). Tundru Skandinávie obývají původní obyvatelé – Laponci. Jejich dnešním typickým obydím je dřevěný domek, dříve to byl pouze stan (Obr. 47). Pastevci sobů bydlí přes zimu v údolích, jsou zde vesnice s dřevěnými domky „gammer“ (Obr. 48), v minulosti mnohdy zčásti zakopané v zemi a obložené drny sloužícími jako izolace proti mrazu. V létě jsou pak sobí stáda vyháněna do hor, pastevci za nimi kočují a bydlí tu v kožešinových stanech, někdy potaženými březovou kůrou, nazývaných „lávvu“ (Stanovský, 2015). I v dnešní době se zde domy stále staví ze dřeva z tzv. „sendvičových“ panelů, a to zejména proto, že dřevo se oproti cihlám či kamenům lépe přizpůsobí teplotním a vlhkostním poměrům během roku a nepopraská. Dřevo izoluje a nezamrzá.



Obr. 47 Laponský stan „lávvu“



Obr. 48 Laponské domky „gammer“

Spásáním tundry nadměrně početnými stády dochází k úbytku biomasy a vlivem pomalého koloběhu živin se biom dlouho obnovuje. Tundra je na mnohých místech také ohrožená těžbou surovin, hlavně ropy a zemního plynu, na které je bohatá. Znečištěním trpí zejména řeky a jezera. Problémy se znečištěním se týkají nejvíce tundry v Severní Americe, v Evropě je zatím situace lepší, zásoby ropy ale lákají těžbařské firmy a vyvolávají protesty Laponců (Elster, 2007).

V arktických oblastech po celé Zemi se nápadně projevuje vliv globálního oteplování. Druhy organismů, kteří žijí v nižších zeměpisných šířkách pomalu migrují na sever a vytlačují tak méně konkurenčně schopné tundrové druhy (Fuglei et Ims, 2008).



Obr. 49 Březová lesotundra s břízou pýřitou (*Betula pubescens*) s řídkým podrostem na vysychavých píscích.

Vlivem oteplování se postupně mění krajina v lesotundru (viz dále), která není pro mnohé striktně tundrové druhy vhodná. Podle nejnovějších výzkumů se předpokládá dramatický úbytek tundrových ptáků. Stejně je to i u rostlin, společenstva s horní hranicí areálu na nižších zeměpisných šířkách se posunují vlivem oteplování více na sever např. boreální jehličnatý les se posouvá na sever, díky tomu ubývá tundrové vegetace (Elster, 2007). Spolu s lesem se šíří na sever i hlavní konkurent lišky polární – liška obecná. Liška polární je v dnešní době v oblasti Finska, Norska a Švédska klasifikována jako druh kriticky ohrožený (Fuglei et Ims, 2008). Vzájemné prostorové uspořádání jednotlivých biomů nemá ostré hranice, existují mezi nimi charakteristické přechodné zóny. Přechodný pás mezi tundrou a tajgou nazýváme **lesotundra**. Střídá se zde bezlesí s úseky dřevin nebo rašelinišť (Vitásek, 1966). Lesotundra tvořila převážnou část gradientu severní Skandinávie. Prohlédnout si ji můžeme na profilových obrázcích (Obr. 32,35,40,46 a 49).



Obr. 50 Světlá tajga s břízou (*Betula*), jeřábem (*Sorbus*) a smrkem (*Picea*).

Tajga neboli boreální les

Označení tajga je původně ruské slovo přejaté téměř do všech světových jazyků (anglicky = taiga). Tajga neboli boreální les je největší suchozemský biot a jeden z posledních zbývajících starých lesů (jehličnatých pralesů) na Zemi.

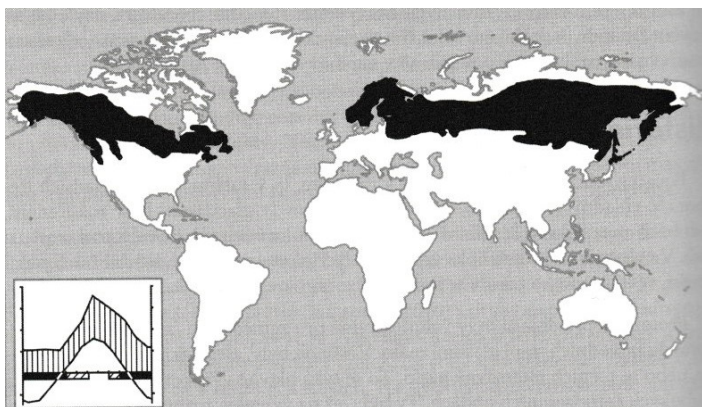
Tabulka 2. Klimatické vymezení tajgy (upraveno podle Horník et al., 1986)

Průměrná roční teplota	-5 až 3 ° C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce a nejchladnějšího měsíce	10 až 20 ° C -10 až -36 ° C
Průměrný roční srážkový úhrn	450-600 mm



Obr. 51 Světlá tajga tvořená smrskem sibiřským (*Picea obovata*) s bohatým podrostem keříčků.

Tajga se rozkládá pouze na severní polokouli v pásu širokém přibližně 1 600 km cirkumpolárně (Obr. 52). V Eurasii a Severní Americe se vyskytuje mezi 50. a 70. rovnoběžkou s.š. (ve Skandinávii je hranice posunuta trochu severněji díky vlivu golfského proudu- Obr. 5) (Cílek, 1998). Na našem gradientu je rozmezí 62-68°s.š.



Obr. 52 Rozložení tajgy na Zemi s typickým klimadiagramem (Prach et al., 2009)

Klima tajgy je velmi chladné, teploty pod bodem mrazu jsou více než 6 měsíců v roce. Srážkové úhrny se pohybují kolem 450-750 mm podle vzdálenosti konkrétního místa od oceánu. Jehličnaté lesy tvoří severní (polární) hranici lesa tam, kde je ještě v nejteplejším měsíci průměrná teplota nad 10 °C a volně přecházejí v lesotundru a tundru. Jižní hranici tvoří pásy nejprve jehličnato – listnatých a poté listnatých lesů (Jeník, 1995).

Vegetace tajgy

Lesy tajgy tvoří v naprosté převaze jehličnaté stromy. Stromy evropské tajgy snesou i méně úrodné půdy typu podzol (Obr. 53).

Podzol je neúrodná půda vzniklá procesem podzolizace, při které dochází k vyluhování živin z povrchu do spodnějších vrstev půdy, vzniká tak charakteristicky bíle nebo šedě zbarvená vrstva pod níž je naopak vrstva obohacená živinami a kovy z ochuzené vrstvy nad ní. Typická je na kyselých stanovištích ($\text{pH} < 7$), ve vyšších nadmořských výškách a v jehličnatých lesích (Horník et al., 1986).



Obr. 53 Půdní profil podzolu s viditelnou šedou vrstvou (zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Podzol#/media/Soubor:Podzol.jpg>)

Rozklad biomasy je tu pomalý v důsledku nízké teploty a nízkého pH v půdě, zamokření půdy a dále také vlivem chemického složení opadu (dřevo a jehlice jehličnanů se rozkládají pomaleji, než je tomu u stromů listnatých) (Hendrych, 1984).



Obr. 54 Světlá tajga se smrkem sibiřským (*Picea obovata*), borovicí lesní (*Pinus silvestris*), břízou a bujným keřovým patrem.

Adaptace k životu v chladném lese

Flóra boreálních lesů je dobře přizpůsobena chladu a promrzlé půdě. Rostliny přečkávají chladné období roku tím, že minimalizují energeticky náročné procesy. Především zredukovaly ploché listy do jehlic, aby snížily transpiraci, a tím zpomalily metabolismus.

Transpirace = odpařování vody z těl rostlin (pokud k tomu připočítáme i výpar vody z půdy, jedná se o evapotranspiraci). Transpirací se vlastně rostlina ochlazuje. Tento proces je energeticky náročný, spotřebuje až polovinu sluneční energie dopadající na rostlinu (Procházka, 1998).

Větší odolnost jehlic vůči mrazům zajišťuje vosková kutikula se zanořenými průduchy. Ve velkých mrazech jsou rostliny schopné průduchy zcela uzavřít, nedochází tak k výměně plynů a fotosyntéza se tak pozastaví. Kořeny rostlin jsou stejně jako v tundře mělko pod povrchem kvůli přítomnosti permafrostu, zmrzlá voda se nedá čerpat (Jeník, 1995).



Obr. 55 Světlá tajga se smrkem, borovicí a břízou v časnějším sukcesním stádiu.

Skladba tajgového lesa

Hlavní dřevinou tajgy Eurasie je smrk (*Picea*). Podle zastoupení jiných jehličnanů, konkrétně třeba jedle a modřínu ve smrkovém lese, můžeme rozlišit tajgu světlou (např. Obr. 50, 51), převažuje modřín opadavý (*Larix decidua*) a smrk sibiřský (*Picea obovata*- Obr. 53), který je úzký a nevytváří zapojené korunové patro, a tajgu tmavou (černé lesy- např. Obr. 59 a 63), převažuje jedle bělokorá (*Abies alba*) a smrk ztepilý (*Picea abies*) (Hendrych, 1984).

Ne všechny tyto základní tajgové dřeviny ale rostou na Skandinávském poloostrově, kudy vedl náš gradient. Světlá skandinávská tajga, je tvořená především smrkem sibiřským s úzkými a nezapojenými korunami a je bohatá na podrostní, především keříčkovitou vegetaci, ke které může dostatek světla. Typický podrost pak tvoří zejména zástupci čeledi vřesovcovitých (*Ericaceae*), pro kterou je charakteristický keříčkovitý vzrůst.



Obr 56 Přejchod tmavé a světlé tajgy tvořené smrkem ztepilým (*Picea abies*) a jeřábem (*Sorbus*) s bohatým keříčkovitým podrostem, koruny nejsou ještě zcela zapojené.

Nejběžnější z této čeledi je cirkumpolárně rozšířená brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) nebo brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Dále jsou tu keřiky medvědice lékařské (*Arcostaphylos*- Obr. 58), šichy (*Empetrum*), plavuníku (*Diphasiastrum* sp.- Obr. 57) a jiné. Na písčitých půdách se ve světlé tajze objevuje borovice lesní (*Pinus silvestris*- Obr. 53) (Lomolino, 2005).



Obr. 57 Plavuník sp. (*Diphasiastrum* sp.) Obr. 58 Medvědice lékařská (*Arcostaphylos uva-ursi*)



Obr. 59 Typická tmavá smrková tajga (*Picea abies*), v podrostu mladšího lesa se ještě udrží porosty borůvek, které při větším zástínu spojených korun mizí.

Tmavá tajga je tvořená především smrkem ztepilým, jehož koruny jsou zapojené a minimum světla dopadajícího do bylinného patra neumožňuje vznik tak bohatého podrostu.

Jehličnaté lesy doplňují místy stromy listnaté, nejčastěji olše, topoly, břízy a vrby. Jsou to druhy listnatých stromů, které se nejlépe přizpůsobily nižším teplotám. Vyplňují místa na mýtinách nebo světlinách, než je později vytlačí a převládnu dominantní jehličnany (Hendrych, 1984; Prach et al., 2009).

Přírozený cyklus jehličnatého lesa a jeho mechanismy

Pro ekosystém jehličnatého lesa je přirozená jeho různověká skladba, odumírání starých stromů a zmlazování v krytu hnijících padlých kmenů. Tomu napomáhají různé procesy.



Obr. 60 Paseka v tmavé tajze s porostem pionýrských bříz, které jsou obvykle prvními kolonizátory mezi stromy (viz kapitola klimax a sukcese).

Důležitou součástí tajgy jsou pravidelné požáry. Stromy a mnohá vegetace tajgy potřebují pro vyklíčení svých semen půdu obohacenou živinami, případně i narušení povrchu semen požárem.

Přírozené požáry jsou důležité pro udržení druhového bohatství tajgy. Některé druhy rostlin jsou požárům přizpůsobeny nebo jsou na nich dokonce závislé. Suchý opad, zejména jehličí z borovic je dobře hořlavé a podporuje tak samovznícení lesa. Kromě toho mají borovice speciální šišky, které jsou žáruvzdorné, vydrží zavřené mnoho let a otevřou se až po požáru, kdy nastanou ideální podmínky pro uvolnění semen a pro jejich vyklíčení. Díky požárům dochází k navracení živin do přirozeného oběhu mezi živou a neživou přírodou. Tímto způsobem také probíhá pravidelné střídání světlomilné a stínomilné vegetace (Prach et al, 2009).



Obr. 61 Tmavá tajga na balvanitém substrátu, který tvoří mozaiku drobných biotopů s různou vlhkostí.

Druhovou diverzitu dlouhodobě udržují kromě požárů třeba polomy nebo žír hmyzem, nejznámější jsou kůrovcové kalamity. Dodnes dochází ke sporům mezi lesníky a ochránci přírody, jejichž názory na kůrovcové kalamity jsou zcela protichůdné.

Kůrovcové kalamity: Brouk lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) zvaný též kůrvec je nedílnou součástí přirozených jehličnatých lesů, klade vajíčka do kůry starých poškozených smrků (odtud název kůrvec). Díky němu a některým houbám dochází k odbourávání mrtvé organické hmoty a přirozenému koloběhu živin v přírodě. Pokud se však přemnoží příliš, začne napadat i holé kmeny zdravých stromů, typické pro vysokokmenné monokultury. Dochází k znehodnocení hospodářsky využitelného dřeva a lesníci napadené lesy kácují (Zelený et Doležal, 2004). Nejlepším řešením, jak se ukazuje v poslední době, je ponechání lesa, aby si poradil sám. Po čase dojde opět do svého přirozeného stavu, podmínkou ale jsou nestejnověké porosty, které nemají holé kmeny, lákající kůrvice (Jonášová et Prach, 2004, Jonášová, 2008).



Obr. 62 Vlhčí partie tmavé tajgy s břízou a vachtu trojlistou (*Menyanthes trifoliata*).

Obnově lesa pomáhají kromě výše zmíněných faktorů také houby. Stopkovýtrusé houby mají s jehličnany, ale i dalšími rostlinami složitý systém symbiotických vztahů zvaných mykorhizy (Jeník, 1995).

Padlý mrtvý kmen poskytuje ochranu klíčícím semenáčkům, některé klíčí přímo na kmenech. Přítomnost padlých kmenů a rozkládajícího se dřeva v lese je proto velmi důležitá, slouží jako zásobárna vody a živin pro semenáčky (Prach et al., 2009). Jejich odstraňováním v hospodářských lesích tak člověk narušuje přirozený vývoj lesa. Přirozený vývojový cyklus evropské tajgy je dlouhý 250-300 let. V kulturních lesích typu smrková monokultura, které jsou pěstovány, aby co nejrychleji narostly, je tento cyklus nutně zkracován a přirozená obnova ekosystému nemůže probíhat. Všechny stromy jsou stejně staré a nemůže tak docházet k přirozené ochraně podrostu, podzemní vody apod. (Prach et al., 2009).

Mykorhiza je symbiotické soužití hub a vyšších rostlin. Jedná se o oboustranně prospěšné propojení houbových vláken s rostlinným pletivem. Houba zvětšuje povrch pro přijímání látek a poskytuje rostlině látky anorganické, hlavně vodu a minerální látky jako třeba dusík a fosfor. Rostlina houbě zase poskytuje produkty fotosyntézy, tedy látky organické, zejména cukry. Houba také pomáhá zvyšovat odolnost rostlin. Tento symbiotický způsob soužití je široce rozšířen a zjišťujeme, že je těžké najít nějakou rostlinu, která by žádné mykorhizní vazby neměla (Gryndler, 2009; Koukol et Haňáčková, 2017). Tato znalost se nám může dobře hodit, když půjdeme do lesa sbírat houby a budeme chtít najít třeba křemenáče osikového (Obr. 63) nebo kozáka březového, budeme je hledat pod příslušnými stromy. Ve Skandinávii roste řada druhů jedlých hub a v místních lesích se jim velmi daří. Najít jich můžeme nadbytky, místní obyvatelé je totiž nejedí.



Obr. 63 Křemenáč osikový (*Leccinum rufum*)



Obr. 64 Mladší smrková tmavá tajga s podrostem keříčků, především borůvky.

Fauna tajgy

Tajga neposkytuje býložravým živočichům příliš mnoho potravy, bohatší vegetace je pouze na světlinách vzniklých požáry či pádem přestárých stromů. Mezi větší býložravé savce, kteří se těmto podmínkám dobře přizpůsobili patří los evropský (*Alces alces*- Obr. 65) nebo srnec obecný (*Capreolus capreolus*).

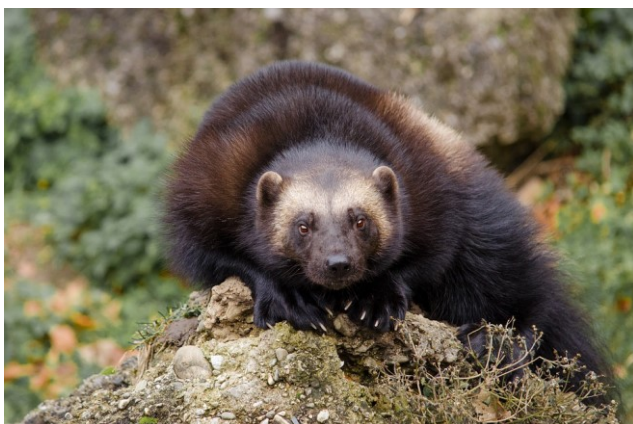
Los evropský (*Alces alces*) je největším druhem z čeledi jelenovitých, dospělý samec může vážit až 500 kg. Na první pohled člověka upoutá obrovské paroží svým tvarem připomínající lopaty. Je to dobrý plavec, dokáže se i potápět. Jeho oblíbenou potravou jsou totiž lekníny. Nepohrdne různými bylinami a lišejníky. Ve Švédsku, Norsku a Finsku je při troše štěstí k vidění ve volné přírodě nebo ve speciálně vytvořených losích parcích (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 65 Los evropský (*Alces alces*, zdroj: Pixabay)

Mezi ohrožené druhy savců skandinávské tajgy patří hlavně rosomák sibiřský (*Gulo gulo*, Obr. 66), medvěd hnědý (*Ursus arctos*), rys ostrovid (*Lynx lynx*) a vlk obecný (*Canis lupus*) (Sedlag, 1986), o těchto velkých savcích podrobněji v kapitole Smíšené lesy, kam pokračuje jejich rozšíření.

Rosomák sibiřský (*Gulo gulo*) patří mezi největší lasicovité šelmy. Tento svalnatý masožravec s krátkýma nohama a dlouhým ocasem dokáže ulovit i mnohem větší kořist, než je on sám. Svou stavbou těla připomíná spíše malého medvěda. Díky širokým tlapám se dokáže snadno pohybovat na sněhu a jeho tmavý promaštěný kožich je výborný proti mrazu. Rosomák byl pro svůj kvalitní kožich vždy oblíbenou kořistí pytláků. Ve Skandinávii jde o velmi vzácné zvíře, které přežívá jen díky záchranným programům (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 66 Rosomák sibiřský (*Gulo gulo*, zdroj: Pixabay)



Obr. 67 Okraj tmavé tajgy s přirozenou obnovou dřevin.

Z menších savců sem z tundry zasahuje zajíc běláček (*Lepus timidus*). Běžně se tu vykytuje řada menších savců, kteří jsou společní i pro faunu smíšených lesů např. liška obecná (*Vulpes vulpes*), jezevec lesní (*Meles meles*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), kuna lesní (*Martes martes*), ježek západní (*Erinaceus europaeus*) či drobní lesní hlodavci a hmyzožravci např. lumíci, rejsci, norníci, norníci, hraboši nebo všudypřítomní potkani rozšíření po celé Evropě. V korunách stromů žije hojně veverka obecná (*Sciurus vulgaris*), která se životu v korunách přizpůsobila nejlépe ze všech savců a nemá zde prakticky konkurenci (Buchar, 1983).

Ve Skandinávii žije asi 450 druhů ptáků, nejvíce je druhů vodních. Z lesního ptactva je typickým obyvatelům jehličnatých lesů křivka obecná (*Loxia curvirostra* - Obr. 69).



Obr. 68 Ve tmavé tajze se dobře daří především stínomilným rostlinám, jakými jsou třeba kaprad'orosty.

Křivka obecná (*Loxia curvirostra*) je drobný pěnkavovitý pták. Zobák má dlouhý a jeho špičky se charakteristicky kříží, díky tomu může šikovně vybírat semena ze šišek jehličnanů. Mláďata krmí do té doby, než se jim zobáček zpevní a zkříví, aby mohla otevírat šišky sama. Jejich hnízdní areály jsou tedy striktně vázány na jehličnaté lesy. Migruje tam, kde mají smrky plodné roky, zde pak hnízdí v jednom roce i opakovaně, aby plně využila nabídku šišek jako zdroje potravy, vyvádí mláďata zcela netypicky v zimě (Šťastný et al., 2006).



Obr. 69 Křivka obecná (*Loxia curvirostra*, zdroj: Pixabay)

Přizpůsobení živočichů k životu v tajze

Živočichové tajgy stejně jako tundry často mění zbarvení své srsti s ročním obdobím. Typickými příklady jsou lasice hranostaj (*Mustela erminea*, Obr. 70) nebo zajíc běláček (*Lepus timidus*, Obr. 71), v létě s hnědým, v zimě s bílým kožíškem, aby lépe splynuli s prostředím a byli tak lépe chráněni před predátory (Sedlag, 1986).



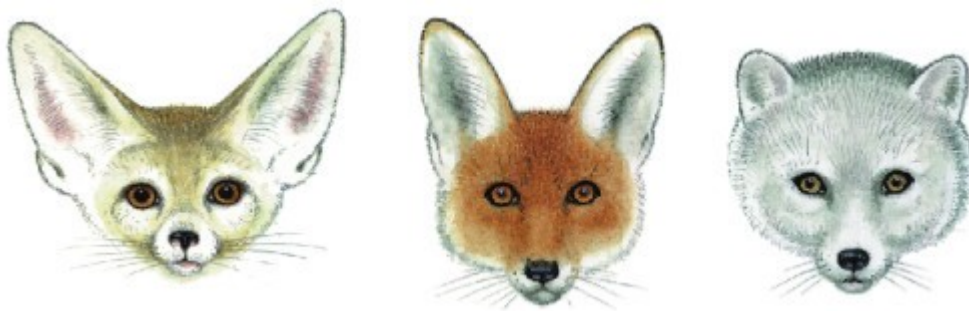
Obr 70 Lasice hranostaj v letním šatě (zdroj: Pixabay) Obr. 71 Zajíc běláček v zimním šatě (zdroj: Pixabay)



Obr. 72 Vlhčí partie tmavé tajgy, tam kde se nedaří smrku, přežijí ještě břízy.

Tvar a velikost těl živočichů se mění směrem k severu v důsledku šetření teplem. Existuje několik biogeografických pravidel, které tento jev popisují a která vycházejí právě z výzkumů evropské fauny. Základní úvaha, ze které jsou pravidla odvozená, je že teplokrevné organismy „topí objemem“ a „chladí povrchem“. Čím větší je poměr objemu ku povrchu, tím organismus více topí a méně chladí, a tím severněji je schopen přežít. Naopak, aby se organismus na jihu nepřehřál, musí mít velký povrch ku objemu. Nejznámější a nejdůležitější jsou Bergmannovo a Allenovo pravidlo (Lomolino, 2005).

Allenovo pravidlo = směrem na sever se živočichové „podobají kouli“. Mají kratší tělní výstupky tzn. zejména končetiny a uši a oblejší tvary. To zmenšuje poměr povrchu ku objemu a zamezuje zbytečnému vyzařování tepla. Čím více na jih živočich žije, tím je pro něj zase výhodné mít tělní výstupky co největší, aby se jimi ochladil. Příkladem mohou být lišky různých biotů (Obr. 72)



Obr. 73 Allenovo pravidlo: různá délka uší v různém prostředí zajišťuje liškám optimální hospodaření s teplem, vlevo liška pouštní, uprostřed liška obecná, vpravo liška polární (zdroj: <https://leporelo.info/klimaticka-pravidla>)

Bergmannovo pravidlo = malý živočich má velký povrch ku objemu, i kdyby byl podle Allenova pravidla dokonalá koule. Naopak velcí živočichové mají velký objem ku povrchu a více se tak zahřívají. Podle Bergmanova pravidla jsou proto jedinci žijící na severu větší než jedinci žijící na jihu (např. medvěd hnědý, medvěd lední).

Bergmannovo i Allenovo pravidlo jsou pouze přibližné. Například sobi žijící na Svalbardu jsou menší než sobi žijící na kontinentě, i když je Svalbard mnohem severněji. Kombinuje se zde Bergmannovo pravidlo s ostrovní biogeografií, podle které jsou ostrovní formy stejného druhu menší (Brown et Lomolino, 2008). Podobně Allenovo pravidlo neprodukuje na severu pouze živočichy tvaru koule. Velké uši a dlouhé nohy jsou pro přežití potřeba i na severu. Živočichové pak snižují ztráty tepla regulací prokrvení. Méně prokrvené končetiny méně chladí (Opatrný, 1999).



Obr. 74 Ve vlhkých a zrašeliněných partiích tmavé tajgy smrky nedorostou obvyklých rozměrů. Vidíme typické kopečky buly, mezi nimiž je půda silně podmáčená.

Člověk v tajze

Vliv člověka na tajgu byl vždy ze všech biotů nejmenší, a to zejména díky její obrovské rozloze, drsným klimatickým poměrům a místy rozsáhlému zamokření. V oblastech, které jsou málo osídlené (třeba na Sibiři), můžeme stále obdivovat rozsáhlé původní lesy, člověkem nedotčené.

Díky chladnému klimatu a nepříznivým půdním poměrům, které prakticky znemožňují zemědělství se v lesích obecně lidé nikdy příliš neusazovali. Lesy se začaly více využívat až s rozvojem lesnictví. Od konce 18. století se jehličnany vysazují i ve střední Evropě. Začaly se tak vytvářet umělé monokultury tajgových druhů (zejména smrk, borovice, modřín), na úkor přirozených smíšených lesů pěstované pro těžbu dřeva a docházelo tak k postupné „borealizaci“ krajiny (Prach et al., 2009).

Smrkové monokultury jsou stejnověkové plantáže smrku ztepilého (*Picea abies*) pěstující se kvůli velké výtěžnosti. Rychle narostou, předčasně se pokácí a zpracují. Nevýhodou je, že se tyto monokultury vysazují v krajině pro smrky nepřírozené a snižují tak biodiverzitu krajiny. Tyto lesy jsou velmi nestabilní a tím pádem i náchylné k větrným kalamitám, k prosychání, kůrovcovým kalamitám i nejrůznějším houbovým onemocněním, které se v přirozeném lese nemohou takto plošně rozvinout. Vyčerpané půdy smrkových plantáží snadno podléhají erozi (Zelený et Doležal, 2004).

Využívání lesa a tradiční řemesla: Les se dříve využíval naplno a byla s ním spjata řada tradičních řemesel. Kromě těžení palivového dřeva, se jednalo zejména o tradiční výrobu dřevěného uhlí (uhlířství). Výrobu dřevěného uhlí v tzv. milířích vidíme na Obr.75. K tradičním řemeslům patřila také výroba potaše (uhličitanu draselného od toho řemeslo draslářství), dehtu a kolomazi (dehtářství a kolomaznictví), sazí (koptářství) či pryskyřice (smolařství). Kromě těchto tradičních řemesel lidé žijící poblíž, využívali les k pasení hospodářských zvířat, ke sběru plodů, lovu zvěře nebo brtnictví (sběr medu lesních včel) a ptáčnictví (lov ptáků) (Woitsch, 2010)



Obr. 75 Tradiční výroba dřevěného uhlí v milíři. Lidé nakupili velkou hranici dřeva, která se utěsnila hlínou, díky tomu se uvnitř vytvořila obrovská teplota a za nepřístupu vzduchu doutnající dřevo neshořelo, ale vzniklo dřevěné uhlí. (zdroj:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charcoal_pile_05.jpg)



Obr. 76 Lišejníková tajga s borovicí lesní (*Pinus silvestris*) se vyskytuje na sušších místech.

Díky snadno dostupnému materiálu v podobě kmenů stromů se v oblastech tajgy tradičně stavěly dřevěné sruby, tedy domy postavené z celých kmenů (Obr. 77). Od neolitu docházelo k postupnému zdokonalování dřevěných obydlí. Nepřetržitý vývoj dřevostaveb probíhal kromě Ameriky a Sibiře také ve Skandinávii. Tradičně se staví dřevěné sruby z opracovaných kulatin, lišící se svým konkrétním způsobem stavby v jednotlivých oblastech (Bittner, 2016).



Obr. 77 Typický sруб v tajze (zdroj: Pixabay)



Obr. 78 Okrajové partie tajgy s břízou na balvanitém substrátu, který neumožňuje růst stromů.

Rašeliniště

Typickým azonálním biotopem, který můžeme pozorovat v tundře, tajze i smíšených lesích jsou rašeliniště (Obr. 79). Rašeliniště nejsou vázána na zeměpisnou šířku, ale pouze na místní podmínky, díky kterým se tu daří jen určitému typu vegetace. Najdeme je v celé Skandinávii. Toto prostředí je charakteristické zejména tím, že je stále mokré, půda nemá kapacitu srážky pohlcovat a vznikají tak rozsáhlé mokřiny a bažiny. Rašeliniště jsou velmi kyselá ($\text{pH} < 5$) a tím pádem i chudá na živiny. Na mokřadech se hromadí množství organické hmoty, tvořené pouze druhy rostlin, kterým nevadí toto kyselé prostředí. Jedná se zejména o mechy rodu rašeliník (*Sphagnus*) nebo ploník (*Polytrichum*), dále mokřadní rostliny z čeledi šáchorovité (*Cyperaceae*) např. suchopýr (*Eriophorum* - Obr. 80) a vřesovcovité (*Ericaceae*) např. brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idea*), vlochině bahenní (*V. uliginosum*) nebo klikva bahenní (*V. oxycoccos*). Nalézt zde můžeme také, pro tento biotop typické, masožravé rostliny. Jsou to rostliny, které si nedostatek některých živin,

zejména dusíku, doplňují příležitostným chytáním hmyzu. Nejznámější je rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*- Obr. 81).



Obr. 79 Rašeliniště v tajze



Obr. 81 Rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*)



Obr. 80 Suchopýr (*Eriophorum*) s typickým chmýřem na semenech

Jak vzniká rašelina a její využití: Odumřelé části rostlin se v důsledku nedostatku kyslíku v trvale mokré a chladném prostředí špatně rozkládají, protože tu nejsou vhodné podmínky ani pro běžné půdní rozkladače, jako jsou např. žížaly. Dlouhodobým usazováním mrtvé organické hmoty tak vzniká **rašelina** (pojmenovaná podle vůdčího mechu rašeliníku). Slouží jako palivo (stlačením rašeliny a jejím vysušením vznikají brikety), hnojivo např. pro pěstování kyselomilných rododendronů. Přidává se i do kosmetických přípravků pro své léčivé účinky (rašelinné zábaly nebo koupele při bolestech kloubů, zdroj: <https://web.archive.org/web/20090418153713/http://www.toulkypocechach.com/raselin a.php>.)



Obr. 82 Světlina v tajze se smrkem ztepilým (*Picea abies*) zarůstající náletem bříz. Díky světlu je zde bujná podrostní vegetace.

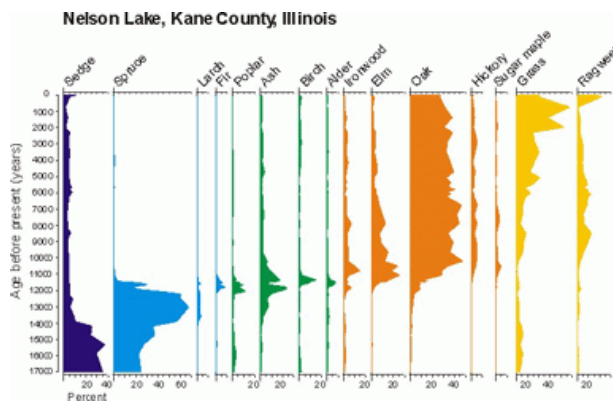
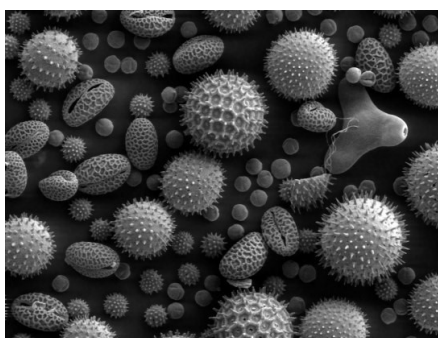
V rašelině se mohou uchovávat nejrůznější zbytky organismů. Rašelinná hmota se ukládá ve vrstvách starých tisíce let a uchovává si po celou dobu stále stejné podmínky. Díky různým vědeckým metodám, můžeme rekonstruovat krajinu z minulých dob. Pomocí rašelinných vrstev a jejich obsahu, můžeme zjistit, co tu žilo a rostlo. Jednou z nejznámějších takových metod je pylová analýza (Jeník, 1995; Pokorný 2011).

V rašelině se mohou dobře zachovat i celá těla organismů včetně člověka. Za charakteristických podmínek se v rašelině mumifikují a zůstanou tak dokonale zachována třeba i s oděvem, nástroji, a dokonce i výrazem v obličeji jako je tomu na Obr. 83, kde si můžeme prohlédnout výraz Tollundského muže nalezeného v dánském rašeliníšti u města Tollund (Malina et Malinová, 1991).



Obr. 83 Tollundský muž – dokonale zachovaná mumie muže z doby železné, nalezená v rašeliníšti (zdroj: <http://www.planetdolan.com/15-legendary-mummified-bodies-how-they-got-there/>)

Pylová analýza: Pylová zrnka různých rostlin mají různé tvary (Obr. 84) a díky tomu podle jejich přítomnosti v dané vrstvě můžeme dobře poznat jaká rostlina na daném místě v minulosti rostla. Pylová zrnka rostlin mají velmi odolnou vrstvu (exinu), která je chrání před rozkladem, a proto se uchovávají neporušená i tisíce let, potřebují k tomu vlhké a bezkyslíkaté prostředí, což je právě případ rašeliníšť. Ovšem ne všechna pylová zrna lze určit do druhů. Vrtákem tedy odebereme jednotlivé vrstvy nahromaděné rašeliny a určíme jaké druhy rostlin v ní jsou přítomny. Postupně tak odhalíme souvislý vývoj krajiny na daném území, přičemž výskyt různých rostlin v čase obvykle vynášíme do pylového diagramu (Obr. 85) (Jeník, 1995; Pokorný 2011).



Obr. 84 Různé tvary pylových zrn (zdroj: <https://paleonerdish.wordpress.com/2013/08/19/pollen-analysis-and-the-science-of-climate-change/>)

Obr. 85 Ukázka pylového diagramu znázorňujícího výměnu jehličnatých stromů (modře vlevo) za listnaté (zeleně a oranžově) a obiloviny (žlutě). Na ose y vidíme časovou osu znázorňující posledních 17000 let. (zdroj: http://www.museum.state.il.us/muslink/forest/htmls/popups/an_nelson_ex.html)



Obr. 86 Březová tajga je světlá, roste obvykle tam, kde se smrkům špatně daří anebo vytváří počáteční sukcesní stádia.

Přílišnou těžbou rašeliny v dnešní době však zaniká přirozené prostředí, které je domovem mnoha chráněných druhů živočichů i rostlin a zároveň důležitou zásobárnou vody v krajině (Joosten et Clarke, 2002). Rašeliniště obývá mnoho nejrozmanitějších druhů ptáků. Jedním z největších je jeřáb popelavý (*Grus grus*- Obr. 87), který je známý svými tahy i zasnubním chováním, provázené charakteristickým troubením a tancem v podobě výskoků a úklonů (Boström et Nillson 1983; Svensson et al, 2012).



Obr. 87 Jeřáb popelavý (*Grus grus*, zdroj: Pixabay)



Obr. 88 Světlá březová tajga na svahu.

Les je hlavní formací evropských dob meziledových

Ve vývoji středoevropské krajiny v nejmladší geologické minulosti, tedy ve čtvrtohorách, docházelo ke střídání lesa a bezlesí, na které mají přímý vliv pravidelné astronomicky podmíněné změny klimatu, tak zvaný kvartérní klimatický cyklus.

V posledním teplém období čtvrtohor, v holocénu, tedy v období, ve kterém právě žijeme, by tak opět měla převažovat lesnatá krajina, ale to jen v případě, že by vegetační kryt určovaly pouze přírodní podmínky. Člověk krajinu neustále přetváří, proto v holocénu existuje jakási mozaika lesních a nelesních ploch, které se v měřítku desetiletí až tisíciletí různě měnily a mění (Ložek, 2011).

Kvarterní (čtvrtohorní) klimatický cyklus je střídání výrazně odlišných klimatických období, způsobených několika astronomickými faktory. Zemská osa nesvívá s rovinou ekliptiky, stále stejný úhel, ale stejně jako osa setrvačníku, nebo dětské hračky káča, rotuje a vykresluje křivku, která by se dala nazvat „zvlněnou kružnicí“. Tento jev se nazývá precese a má vliv na úhel, pod kterým na zemi dopadají sluneční paprsky. Důsledkem jsou periodické změny klimatu planety. Klimatické cykly způsobené tímto jevem se jmenují po chorvatském badateli Milankovičovi, který je poprvé spočítal a dal do souvislosti s klimatem. Konkrétně se změny projevují jako střídání dob ledových trvajících kolem sto tisíc let s dobami meziledovými, které trvají jen několik desítek tisíc let.

V dobách ledových (glaciálech) byla Evropa pokrytá bezlesými biotopy, především stepí. Evropu svíral ze severu kontinentální ledovec, sahající v poslední době ledové zhruba po Berlín, a alpský horský ledovec. Mezi nimi zůstal zachován poměrně úzký průchod, kterým mohly organismy migrovat. V teplých dobách meziledových (interglaciálech) naopak převažoval les (Ložek, 2011). Kvarterní klimatický cyklus popisuje schématicky Obr. 89.



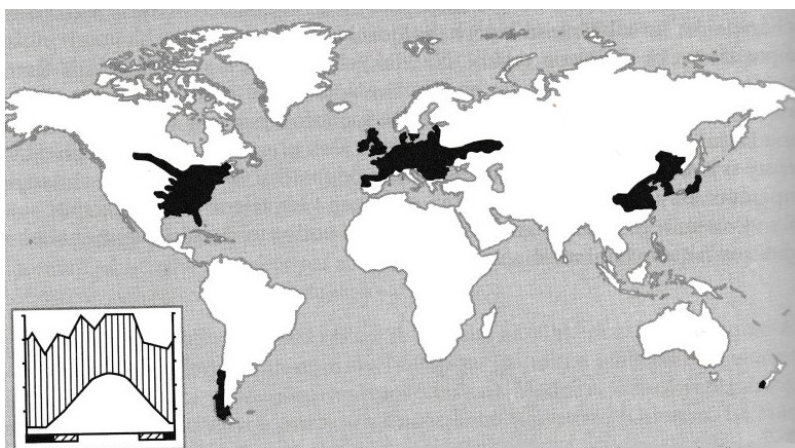
Obr. 89 Kvarterní klimatický cyklus (upraveno podle: Ložek, 1973)



Obr. 90 Mladý listnatý les v počátečním stadiu sukcese.

Opadavé smíšené lesy

Opadavý smíšený les je dominantní biot mírného pásma severní polokoule a vyskytuje se mezi 42 ° a 56 ° s.š. Na našem gradientu se tento biot nacházel mezi 45°- 58,5° s.š. Na jižní polokouli se opadavý smíšený les mírného pásma téměř nevyskytuje, protože v oblastech s vhodným klimatem pro tento typ lesa je oceán. Biot opadavých smíšených lesů je na Zemi rozložen velice nepravidelně a nesouvisle (Obr. 91), což je dáno vzrůstajícím kontinentálním klimatem směrem do středu velkých kontinentů. Tam kde je klima více kontinentální nemají smíšené lesy dostatek vlhkosti a často je místo nich střídá bezlesí nebo ve vyšších polohách jehličnaté lesy. Tento jev lze vidět jak v Severní Americe, tak v Asii (Hendrych, 1984).



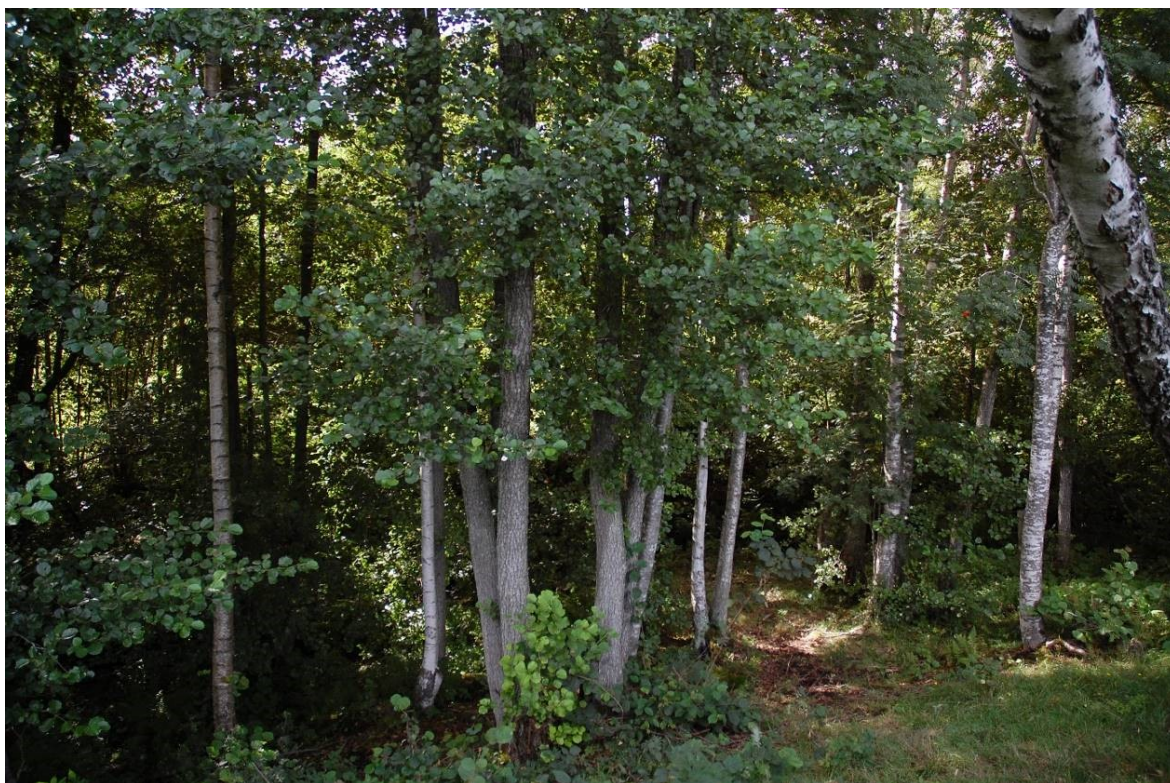
Obr. 91 Rozmístění smíšených lesů na Zemi s typickým klimadiagramem (Prach et al., 2009)

V Evropě jsou podmínky pro rozvoj smíšeného lesa optimální, takže kromě Skandinávie a pobřeží Středozemního moře zabírá tento biot v podstatě celý kontinent. Můžeme tedy bez nadsázky říci, že bez přítomnosti člověka by Evropa byla lesním kontinentem. V minulé meziledové době, kdy člověk ještě přírodu neovlivňoval, tomu tak skutečně bylo, jak je patrné z pylové analýzy představené výše i z dalších paleoekologických rekonstrukcí přírodního prostředí (např. Ložek, 1964; Pokorný, 2011).

Průměrné roční teploty a vlhkost vzduchu smíšeného lesa se odvíjejí od vzdálenosti od oceánu. Je tu typické střídání čtyř ročních období (Prach et al., 2009). Směrem na sever přechází se zvětšujícím se mrazem v jehličnaté boreální lesy, směrem na jih Evropy pak v tvrdolisté mediteránní lesy přizpůsobené mírnějším deštivě zimám a horkým létům. Na východ směrem do nitra Eurasie pak přecházejí smíšené lesy nejčastěji v lesostepi a stepi (Hendrych, 1984). Přechody mezi jednotlivými biomy pochopitelně nejsou ostré. Jeden typ krajiny postupně, často přes mozaikovitý či přechodný charakter krajiny přechází v druhý.

Tabulka 3. Klimatické vymezení biomu smíšených lesů (upraveno podle Horník et al., 1986)

Průměrná roční teplota	10 °C
Průměrná teplota nejteplejšího a nejchladnějšího měsíce	14 až 19 °C - 6 až +2 °C
Průměrný roční srážkový úhrn	650-1500 mm



Obr. 92 Olšová niva ve Skandinávii, tento typ listnatého lesa je závislý na vyšší vlhkosti.

Popišme si nejprve stručně základní charakteristiky listnatého lesa jako biomu, a pak se zaměříme podrobněji na část atlantické Evropy, kterou vedl náš gradient a jejíž charakteristiky se díky vyšší vlhkosti přece jen liší, resp. jsou specifické.

Listnatý typ lesa

Listnatý les potřebuje chladné zimy a mírná teplá léta, přičemž limitujícím faktorem pro jeho růst je teplota nad 10 °C nepřetržitě po dobu 4–6 měsíců a dostatek srážek (Prach et al., 2009). Takové klima umožňuje listnatým stromům, aby se během vegetační sezóny dostatečně zásobily živinami tak, aby bezpečně přečkaly zimní klidové období. Proto může extrémně suchá vegetační sezóna, jakou známe z posledních let, způsobit oslabení listnatých stromů, resp. celých lesů, které jsou pak náchylnější k napadení hmyzem nebo k houbovým onemocněním (Koukol et Haňáčková, 2017).



Obr. 93 Okraj smíšeného lesa se smrkem ztepilým (*Picea abies*) a lískou (*Corylus avellana*), dřevinou typickou pro ekotony (viz níže).

Houboví parazité a endofyté

Parazitické houby připravují hostitelské rostliny o živiny a samy jim za to nic neposkytují. Některé houbové parazity můžeme pozorovat na rostlině pouhým okem, třeba určité druhy chorošů (Obr. 106).

Méně známé jsou tzv. houby endofytní, které jsou mikroskopické a vyskytují se v rostlinných pletivech (nejvíce v měkkých částech, hlavně v listech). Nalezeny byly v každém typu pletiva všech dosud studovaných rostlin. Přítomnosti těchto hub si vůbec nevšimneme, rostlina na ně své okolí nijak neupozorňuje. Vliv těchto hub na rostlinu je spíše pozitivní, pomáhají jí např. před napadením parazitickými houbami či hmyzem. V dnešní době se lidé snaží těchto schopností hub využít a aplikovat je na výrobu nových druhů léčiv. Některé už se používají na zvířatech, např. emodepsid proti parazitickým červům (Koukol et Haňáčková, 2017).



Obr. 94 Smíšený listnatý les s bohatým keřovým patrem a bujnou podrostní vegetací.

Posun ke kontinentálnímu klimatu zvyšuje rozdíly mezi denní a noční teplotou a tento rozdíl většina listnatých dřevin nepřežije. V zeměpisných šířkách, ve kterých v atlantické Evropě roste buk, se na jižní Sibiři vyskytují lesy s borovicí limbou, osikou a modřínem. Pro dubové a bukové lesy není, hlavně v létě, na Sibiři dostatečná vlhkost (Hendrych, 1984).

Rostliny smíšených lesů se přizpůsobily střídání čtyř ročních dob

Formování biomu smíšených lesů ovlivňují změny ročního cyklu, kterým odpovídá životní cyklus a adaptace rostlin (v zimě odolnost vůči promrznutí, v létě odolnost vůči suchu apod.).

Nejdůležitějším přizpůsobením je opadávání listů, které by nepřežily zimní mrazy, a proto na podzim opadají. Spadané listy vytvoří na zemi izolační vrstvu, která zabraňuje promrznutí kořenů a vysychání půdy v zimním období. Díky tomu půda v listnatých lesích v zimě prakticky nepromrzá, takže zde pod vrstvou listů či sněhu nebo obojího můžeme i v zimě potkat různé aktivní drobné živočichy (Jeník, 1995).



Obr. 95 Světliny ve smíšeném lese s různě starými stromy.

Listnaté stromy jsou náročnější na živiny než stromy jehličnaté. Vytvářet každý rok nové listy je pro stromy energeticky náročné. Klíčový je pro ně i dostatečný přísun vody z půdy. Proto musí vždy nahromadit dostatečné množství asimilačních látek (tzn. zejména zásobních látek v podobě cukrů, které vytváří pomocí fotosyntézy) během vegetační sezóny (Prach et al., 2009).

Smíšené lesy se proto vyskytují převážně na hnědých lesních půdách – kambizemích (Obr. 96), které také spoluvytvářejí. Obecně platí, že charakter půdy je kromě klimatických vlivů daný typem vegetace, takže v lese je vlivem tléní listí svrchní vrstva spíše kyselější (Ložek, 1964).

Kambizemě neboli také *kambisoly*, (v překladu přeměněné půdy), byly dříve nazývané hnědými lesními půdami. Jsou to nejčastější půdy mírného pásu, vyskytující se pod listnatým typem lesa. Jsou to půdy hluboké až velmi hluboké, mají velký podíl volného prostoru mezi půdními částicemi a umožňují tak aktivitu půdních živočichů. Jsou vázány na členitý terén a často se tedy vyskytují i ve svahu. Hnědozemě mají typicky 3 půdní vrstvy. „C“ horizont je matečná hornina v podloží nejrůznějšího složení, obvykle se jedná o přeměněné horniny, ze kterých se snadno uvolňují živiny. „B“ horizont je velmi hluboký a poměrně bohatý na živiny. Je obohacený o jílovité částice, takže má velkou sorpční schopnost. „A“ horizont čili humusová složka na povrchu je slabší a odvápněná (Horník et al., 1986).



Obr. 96 Půdní profil kambizemě (zdroj: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniSubtyp&id_categoryNode=309)



Obr. 97 Jeden z mála zbylých bukových pralesů v jižním Švédsku s množstvím padlého dřeva.

Koloběh živin ve smíšených lesích

Tvorba půdy je vlastně neustálý přirozený koloběh prvků. Dekompozice čili rozklad podzimního listí poskytuje rychle dostupný zdroj živin pro všechny půdní či na povrchu půdy žijící (epigeické) organismy. Listí různých druhů dřevin se rozkládá různou rychlostí, podle převládajícího chemického složení listů, ale i podle prostředí, ve kterém se rozkládají. Tam, kde je prostředí suché, se listy rychle usuší a vydrží dlouho ležet na zemi. Tam kde je vlhko, se listy obvykle rozkládají rychleji. Mezi stromy, jejichž listí se rozkládá rychle a poskytuje kvalitní humusový horizont (povrchovou vrstvu půdy) patří lípy, javory, jilmy a jasany. Vápník v listech těchto stromů je vázán v dobře rozložitelné citrátové chemické vazbě, což je důležité zejména pro živočichy, kteří jej potřebují ke stavbě svých schránek či krunýřů, jako jsou plži či stejnonožci patřící mezi koryše (Wäreborn, 1969, 1970).



Obr. 98 Bukový prales v jižní Skandinávii, v podrostu vidíme pouze zmlazující mladé buky.

Tito živočichové se pak spolu s žížalami, ale i mikroskopickými organismy podílejí na rychlejším rozkladu opadaných listů. Díky snadnému rozkladu tak např. listů jasanů do jara prakticky zmizí. Naopak pomaleji se rozkládá listí buků a dubů. Důvodem je, že v listech dubů a buků je vápník vázaný ve špatně rozložitelné oxalátové vazbě a zároveň tyto listy obsahují množství špatně stravitelných tříslovin (Wäreborn, 1969, 1970; Ložek, 1999).

Vrstvy dubového či bukového listí se často rozkládají i mnoho let a vytvářejí tak v lese silné šustivé peřiny. Naspodu jsou vrstvy tohoto listí spíše slisované než rozložené a jsou plné plísní. V takovém prostředí nemají drobní živočichové dostatek prostoru pro život ani dostatek potravy.



Obr. 99 Bukový les s výrazným keřovým patrem a bohatou podrostní vegetací.

Skladba evropských lesů mírného pásma

Evropské lesy jsou ve srovnání s lesy východní Asie a Severní Ameriky, kde je druhová rozmanitost velká, ochuzené, tvořené jedním až dvěma druhy dominantních stromů. To se obvykle vysvětluje mnohem tvrdším průběhem ledových dob v Evropě, kde řada druhů rostlin vymřela, zatímco v jiných částech světa stejné zeměpisné šířky přežila dodnes (Hendrych, 1984).

Lesy mírného pásu mají vegetaci rozčleněnou typicky do čtyř vegetačních pater: stromové patro, keřové patro, bylinné patro a mechové patro, které nemusejí být vždy všechny vyvinuté (Jeník, 1995).

V západní Evropě patří mezi dominantní druhy stromů hlavně buk lesní (*Fagus silvatica*) (Obr. 116), duby (dub letní *Quercus robur*- Obr. 121 a dub zimní *Q. petraea*) a habr obecný (*Carpinus betulus*), které mají oproti ostatním druhům stromového patra výhody.



Obr. 99 Vlhčí úžlabina v bukovém lese je výrazně zelenější.

Pupeny těchto stromů mají různé druhy krycích šupin s pryskyřicí nebo s různými chlupy (trichomy), takže jsou lépe chráněné před mrazy. Jejich kůra je silná a odumřelé vrstvy na povrchu zabraňují promrznutí vodivých pletiv v zimě (Prach et al., 2009). Dubové lesy pronikají i do oblastí s více kontinentálním typem klimatu, to znamená více do středu kontinentů, protože nejsou tak náročné na oceánický typ klimatu jako buk. Tyto výhody vedou k jejich dominanci v mírném pásmu (Hendrych, 1984).

Keřové patro smíšených lesů Evropy bývá druhově hodně bohaté. Tvoří jej nejčastěji bezy (*Sambucus*), řešetlák počistivý (*Rhamnus carthatica*), krušina obecná (*Frangula alnus*), líska obecná (*Corylus avellana*), hlohy (*Crataegus*), růže (*Rosa*), brsleny (*Eonymus*), zimolezy (*Lonicera*), svída krvavá (*Swida sanguinea*), lýkovec (*Daphne*) aj. Keře najdeme často v pásu při lesních okrajích, kde vytvářejí špatně propustný okraj lesa, tzv. ekoton.



Obr. 100 Listnatý smíšený les s bohatým zmlazováním javoru mléče (*Acer platanoides*).

Ekoton je přechodové společenstvo rostlin na rozhraní dvou nebo více biotopů např. louky a lesa. Vytváří se zde specifické podmínky, ve kterých je často vyšší druhová bohatost než v okolích biotopech. Ekoton okraje lesa slouží zároveň jako ochrana před vnějšími vlivy zejména prudkým větrem, protože vytváří husté větroví, které nepropustí větry dovnitř lesa a které sahá až k zemi (Begon et al., 1997).

Po stromech se často plazí liány, tedy rostliny, které k růstu potřebují oporu. V evropských lesích lze nalézt třeba břečťan popínavý (*Hedera helix*), který kromě šplhání po stromech mnohde nahradí i veškerý podrost, zimolez kozí list (*Lonicera caprifolium*) nebo v jižnějších oblastech i plamének plotní (*Clematis vitalba*), který je jakýmsi indikátorem teplejších lesů. (Hendrych, 1984)



Obr. 101 Porost olší v nivě menšího potoka je závislý na vyšší vlhkosti půdy. Nivní hlíny nanesené potokem jsou bohaté živinami a zarostlé bujnou vegetací.

V korunách stromů je zase možné najít poloparazitické epifyty. Tyto rostliny pronikají kořeny do pletiv hostitelských rostlin a vůbec nerostou v půdě.

Nejvíce epifytů najdeme v tropických lesích, kde řada z nich vůbec neparazituje a využívá strom pouze jako podklad, pomocí kterého se dostane blíže ke světlu. I v lesích mírného pásma se setkáme se zajímavými druhy epifytů, mezi něž patří jmelí bílé (*Viscum album*- Obr. 102) a ochmet evropský (*Loanthus europaeus*- Obr. 103) (Hendrych, 1984).



Obr. 102 Lužní les se jmelím bílým (*Viscum album*)

Poloparazitické epifyty smíšených lesů Evropy

Jmelí bílé (*Viscum album*): kořenový systém napadá cévní svazky hostitelské rostliny. Odebírá jí minerální látky a vodu, protože samo nemá uzpůsobené kořeny, kterými by je mohlo získávat z půdy. Silně napadená hostitelská rostlina proto může uschnout. Jmelí je ale zelené, tedy fotosyntetizuje, proto je jen poloparazitické. Roste v celé Evropě, nejčastěji na listnatých stromech (Obr. 102), jedli bělokoré a na borovicích. Na hostiteli tvoří v průměru metr velké kulovité porosty, listy má stálezelené a tuhé, jazykovitě protáhlé. Bílé bobulovité plody jsou jedovaté. Protože jmelí je v mírném pásmu Evropy jednou z mála rostlin, která je zelená i v zimě, je neodmyslitelně spjaté s Vánoci, kdy se jím zdobí domácnosti.

Ochmet evropský (*Loanthus europaeus*) lze na první pohled se jmelím zaměnit. Parazituje ovšem nejčastěji na dubech (Obr. 103) a jeho plody mají žlutavou barvu, uvnitř s lepivou tekutinou, kterou dříve používali ptáčníci jako lep při lovu drobných ptáků. Může být sám hostitelem jmelí bílého anebo dokonce i sám sebe tzv. autoparazitismus. Ochmet je teplomilnější než jmelí (Bellmann et al., 2012).



Obr. 103 Ochmet evropský (*Loanthus europaeus*)



Obr. 104 Smíšený les v podrostu s konvalinkou vonnou (*Convallaria majalis*).

Bylinné patro smíšených lesů mírného pásma Evropy je velmi pestré, záleží však na množství slunečního záření, které do lesa pronikne skrz listí stromů, na vlhkosti i dostupných živinách. Čím více jsou koruny stromů zapojené, tím méně světla dovnitř propustí, a tím pádem tu bude i méně podrostu. To ale neplatí na jaře, kdy jsou stromy ještě holé a v lese je spousta světla. Proto je pro lesy mírného pásma charakteristický tzv. jarní bylinný aspekt, kdy světlomilné byliny vykvetou dříve, než na jaře stromům naroste listí, takže po určitou dobu využívají maximum slunečního záření (Prach et al., 2009).

Mezi tyto brzy na jaře kvetoucí rostliny patří třeba orsej jarní (*Ficaria verna*- Obr. 105), sasanka hajní (*Anemone nemorosa*- Obr. 106), prvosenka jarní (*Primula veris*- Obr. 107), hrachor jarní (*Lathyrus vernus*) nebo kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos*- Obr. 108), později, když už je listí vytvořené, ale ještě malé pak třeba konvalinka vonná (*Convallaria majalis*- Obr. 104) či bažanka vytrvalá (*Mercurialis perennis*).



Obr. 109 Druhově bohatý smíšený les s bohatým bylinným podrostem.

Když stromům naroste listí, některé z těchto rostlin přežívají jen ve svých podzemních orgánech (oddencích či cibulích), takže je přes léto nemůžeme vidět. Nápadné je to třeba u orseje či sasanek. V tomto období se objeví stínomilnější druhy rostlin jako třeba kopytník evropský (*Asarum europaeum*), okrotice bílá (*Cephalanthera alba*), kokořík přeslenitý (*Polygonatum verticillatum*), kakost smrdutý (*Geranium robertianum*- Obr. 110), samorostlík klasnatý (*Actea spicata*) aj. (Hendrych, 1984). Pokud tedy chceme studovat vegetaci smíšených lesů, nestačí nám je navštívit jednou, ale musíme se sem vracet opakovaně během roku, abychom postihli všechny aspekty její proměnlivosti.

Kakost smrdutý je v botanické hantýrce známý jako „smrdutý Robert“, podle svého latinského názvu *Geranium robertianum*. Tuto rostlinu tak pojmenoval slavný přírodovědec Carl Linné podle svého kolegy, kterého neměl rád a chtěl ho urazit. Charakteristický zápach se line po rozemnutí listu rostliny. Dojde k narušení povrchu a ucítíme tak silice, kterými chce rostlina odradit býložravé druhy živočichů.



Obr. 110 Kakost smrdutý (*Geranium robertianum*)..... Obr. 105 Orsej jarní (*Ficaria verna*, zdroj: Pixabay))



Obr. 106 Sasanka hajní (*Anemone nemorosa*, zdroj: Pixabay))
Obr. 108 Kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos*, zdroj: Pixabay)



Obr. 107 Prvosenka jarní (*Primula veris*)

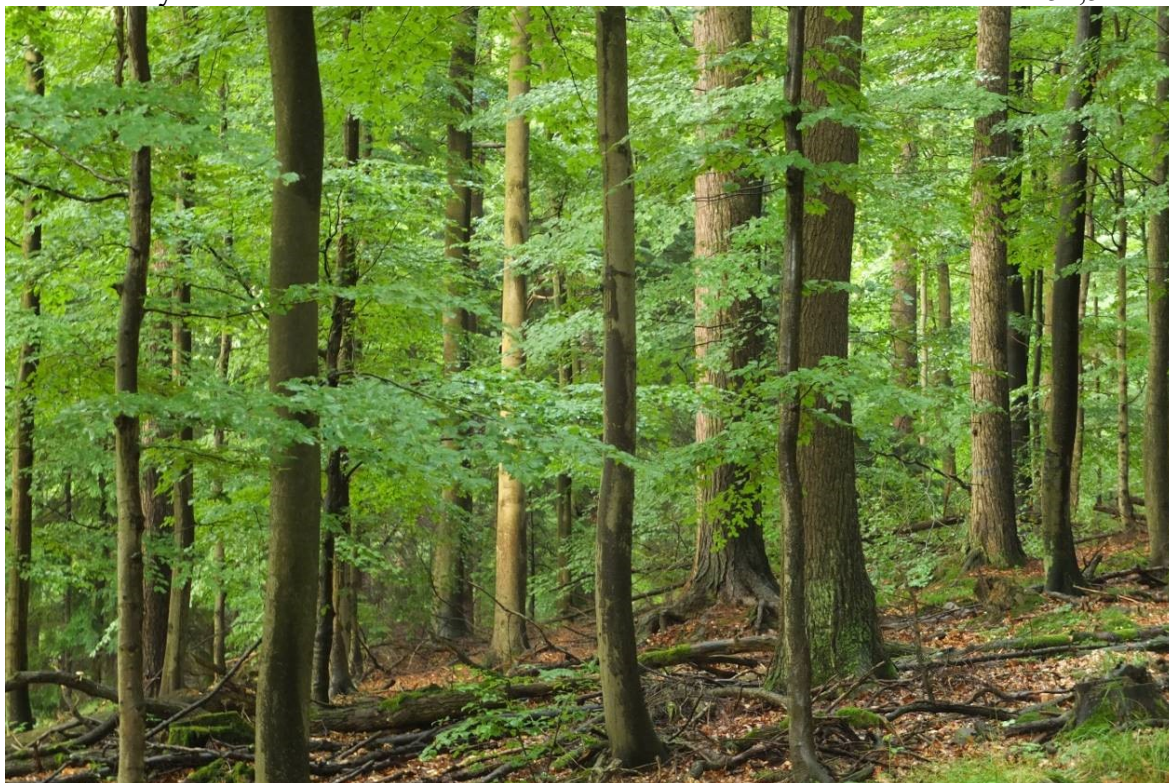


Obr. 111 Bukový les s odumírajícím bukem porostlým choroši a padlým kmenem, který je v tomto typu lesa hlavním habitatem pro drobnou faunu.

Kaprad'orosty snesou i větší zastínění, v evropských lesích potkáme třeba kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*) a papratku samičí (*Athyrium filix-femina*). V místech s celkově méně úrodnou půdou (podzol), zejména ve vyšších nadmořských výškách, bývá podrost chudší a můžeme se zde setkat s odolnými druhy, typickými zejména pro tajgu, třeba s brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus*). Indikátorem kyselých půd je třeba š'avel kyselý (*Oxalis acetosella*), bika hajní (*Lazula luzuloides*) či metlice křivolaká (*Deschampsia flexuosa*) (Hendrych, 1984).

Smíšené lesy Západní Evropy, oblast atlantická

V Evropě můžeme lesy rozdělit podle převládajících typů dřevin do několika oblastí, vymezených klimaticky na gradientu kontinentality od západu k východu.



Obr. 112 Smíšený les s převahou buku a dostatkem padlého dřeva, které je útočištěm drobné fauny, protože místně udržuje vyšší vlhkost a poskytuje úkryt a živiny.

Náš gradient vedl **oblastí atlantickou**, pro kterou jsou charakteristické doubravy a bučiny. Tyto typy lesů si vzájemně nekonkurují. Prostředí, ve kterém jeden druh převládá, mají podle svých nároků na životní prostředí rozdělené. Bučiny najdeme ve vyšších a vlhčích, zatímco doubravy v nižších a teplejších polohách, bučiny na severních, zatímco doubravy na jižních svazích (Hendrych, 1984). Mohou se tedy střídát i na různě exponovaných svazích stejného kopce.

Bučiny

Bučiny (Obr. 112) tvoří nejrozšířenější typ ekosystému ve vlhčím oceánickém klimatu severozápadní Evropy. Buk roste v mládí velmi rychle, a tak se stává konkurenčně nejsilnější dominantní dřevinou. Je ale citlivější na mráz a vyhýbá se proto suchým, nechráněným oblastem (Prach et al., 2009). Je silným konkurentem i vlastním semenáčkům, takže ty obvykle vzejdou až poté, co starý strom padne.



Obr. 113 Bukový les s příměsí borovice na chudém substrátu je prakticky bez podrostu.

Jeho listí je pro většinu hmyzu špatně stravitelné, takže mnoho specialistů na bukové listí neexistuje (Ložek, 1964). Na bukových listech ale můžeme často najít charakteristické útvary (Obr. 114), připomínající červené růžky, jedná se o hálky bejlomorky bukové (*Mykiola fagi*).

Vlivem špatného rozkladu bukového listí jsou tyto lesy někdy zcela bez podrostu (tzv. *Fagetum nudum* – v překladu nahá bučina, Obr. 116). Způsobují to hustě zapojené koruny stromů, které nepustí moc světla, silná vrstva nerozloženého listí, ve kterém rostliny špatně klíčí a kyselé pH, které není vhodné pro většinu druhů bylin. Výjimkou jsou tzv. květnaté bučiny, typ společenstva rostlin s poměrně bohatou, především jarní vegetací, která rozkvétá ještě před tím, než se stromy olistí (Horník et al., 1986). Ty nejdeme třeba na vápencovém podkladu, který dodává dostatek živin do prostředí a neutralizuje kyselý listový opad (Chytrý, 2010).

Hálky jsou útvary vznikající nejčastěji na listu, ale i na jiných částech rostliny působením cizorodých látek (fytohormonů), které do pletiva rostliny vpraví hmyz, houba, bakterie nebo roztoč. V místě napadení dojde k dělení pletiva a vznikají různé tvary hálek typické pro různé druhy parazitů (Skuhravá & Skuhravý, 2010). Hálky způsobuje nejčastěji blanokřídlý hmyz žlabatky (*Cynipidae*), mšice (*Aphidoidea*), roztoči (*Acari*) nebo někteří zástupci dvoukřídlého hmyzu (*Diptera*). Právě mezi ně patří typický hmyz vytvářející hálky na bucích bejlomorka buková (*Mykiola fagi*- Obr. 114). Její růžkovité hálky, jsou nejprve zelené, poté nápadně červenají. Nejznámější hálky jsou nejspíše duběnky (Obr. 115), hálky, které tvoří různé druhy žlabatek. Mají velký obsah tříslovin, takže se spolu s dubovou kůrou využívali v koželužství (zpracování surových kůží). Z duběnek se také dříve vyráběl duběnkový inkoust na psaní.



Obr 114 Hálky bejlomorky bukové (*Mykiola fagi*, zdroj: http://michal-duda.euweb.cz/fotografie_sylva.htm)

Obr. 115 Hálky žlabatky (*Cynips*) zvané duběnky (zdroj: Pixabay)



Obr. 116 V prostoru koruny, resp. kořenového systému starého buku prakticky nic neroste, protože takto starý strom je silným konkurentem.



Obr. 117 Smíšený les s převahou buku. Díky světlu zde dochází k hojnému zmlazování.

Původní rozsáhlé lesy atlantické Evropy byly starověkými civilizacemi téměř kompletně vykáceny a přeměněny na pole, louky a pastviny. Bez tohoto lesního krytu došlo v oceánických částech Evropy k promytí a odvápnění půdy (živiny se tak dostaly do spodních půdních horizontů, pro vegetaci nedostupných). Jsou zde tedy převážně kyselé, na živiny chudé půdy, které mohou být až zrašeliněné a v místy dokonce znemožňují výskyt lesa (Prach et al., 2009).

V extrémně oceánickém Irsku, západní Anglii a západním Norsku, proto tvoří zdejší krajinu hlavně rozsáhlá vřesoviště a rašeliniště. Rašeliniště už jsme si popsali výše v biomu tajgy. **Vřesoviště** (Obr. 118) vznikají zejména na suchých propustných písčitých půdách s nižším pH, převládají na něm, jak už název napovídá hlavně keříky vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) (Hendrych, 1984).

Požáry na vřesovištích

Cyklus vřesoviště je podobně jako třeba středomořská makchie, spjatý s pravidelnými požárovými cykly (viz box požáry v mediteránu). Keřík vřesu je vůči požáru velice odolný, a navíc jeho žár posiluje klíčivost semen. Pokud tedy k pravidelným požárům nedochází, vřesoviště přestárnou a zaniknou.

Požáry také svědčí některým druhům trav jako třeba válečce prapořité (*Brachypodium pinnatum*) nebo třtině křovištní (*Calamagrostis epigeios*). Řízené vypalování v zimních měsících se tak stává prostředkem obnovujícím zničené nebo přestárlé společenstvo na určitém území (Sádlo, 1994).



Obr. 118 Vřesoviště s porosty vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) na písčitém substrátu (zdroj: Pixabay)



Obr. 119 Živiny bohatý smíšený les s porostem česneku medvědího (*Allium ursinum*), který živiny přímo indikuje.

Doubravy

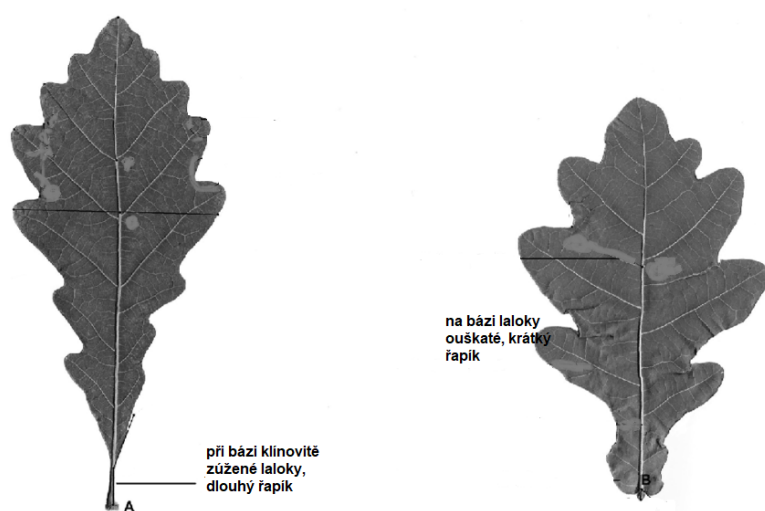
Teplomilné doubravy nalézáme v teplých pahorkatinách, na suchých slunných, převážně jižních svazích. Tvoří je zejména dub zimní (*Quercus petraea*) a dub letní (*Quercus robur*), které lze od sebe snadno odlišit podle tvaru listů (Obr. 120).



Obr. 121 Jeden z nejstarších exemplářů dubu letního, který je chráněn na západní Ukrajině

Dub zimní (*Quercus petraea*), neboli drnák, má listy pravidelně laločnaté, zaoblené a při bázi klínovitě zúžené („připomíná šponovky“) s dlouhým řapíkem, žaludy jsou jen s krátkou stopkou nebo rovnou přisedají na větve. Typicky roste v pahorkatinách s mírnými zimami.

Dub letní (*Quercus robur*), neboli křemelák, listy jsou asymetricky laločnaté, na špičce zaokrouhlené a na bázi zřetelně ouškaté („připomíná kraťasy“) s kratším řapíkem, žaludy jsou na dlouhé stopce. Typicky roste v nížinách a lužních lesích.



Obr. 120 Rozlišení listu dubu zimního (vlevo) a dubu lezního (vpravo) (upraveno podle: https://www.researchgate.net/figure/Typical-leaves-of-Q-robur-and-Q-petraea-The-landmarks-used-for-morphological_fig1_43014822)

Duby se dožívají ze všech listnatých stromů nejvyššího věku, může to být až 1000 let, mnoho starých dubů je proto zákonem chráněno (Obr. 121). Podle charakteristického vývoje jejich letokruhů lze datovat a určit tak maximální stáří neznámých dřev např. trámů z historických památek nebo historický nábytek (Kremer, 1995).

Doubravy s břízou jsou vázány na severozápadní oceánickou část střední Evropy hlavně na severní Německo, kudy také vedla naše cesta.



Obr. 122 Okrajová část smíšené doubravy (*Quercetum mixtum*) s padlým dřevem, poskytujícím úkryt a životní prostředí drobným živočichům.

Břízy (*Betula*) jsou velmi nenáročné na kvalitu prostředí, vyrostou i na živinami chudých písčitých půdách, kde jiné druhy neprosívají. Jsou považovány za průkopníky při obnově lesních porostů. Třeba na lesních pasekách bývají prvními dřevinami, které se tu objeví. To by nebylo možné, kdyby neměly tzv. aeronautická semínka (Obr. 123). Jsou malá, lehká a opatřená křidélky, díky nimž se větrem dostávají značně daleko. Určitě už jste si všimli napadaných březových semínek na místech, kde břízy vůbec nerostou. Takto se mohou dostat třeba i do nevyčištěného okapu domu, kde dokážou vyrůst. Břízy můžeme nazvat pionýrskými dřevinami, protože v osidlování nových biotopů jsou pravými mistry (Chytrý, 2010; Kremer, 1995).



Obr. 123 Aeronautické semínko břízy (upraveno podle: Wikipedia)

Lužní lesy

Lužní lesy se vyskytují v nivách řek a jsou svou strukturou závislé na charakteru řeky, představují opět azonální biotop, nezávislý na vegetačních pásmech i výškových stupních, ale v atlantické části Evropy jsme se s ním často setkali.

Niva řeky je údolí řeky, která v přirozených podmínkách meandruje, tvoří zákruty a na břeh usazuje splavený materiál. Postupným zařezáváním do terénu se tvoří říční terasy. Čím vyšší terasa, tím dále do minulosti se díváme (to platí, pokud se nenacházíme v krajině, kde říční terasy zničil ledovec). Jsou pro ně charakteristické živinově bohaté půdy, které mají pravidelný přísun anorganického i organického materiálu přineseného řekou. Proto jsou oblasti kolem řek už od starověku (např. niva Nilu) intenzivně zemědělsky využívány a jejich přirozený vzhled zůstal zachovaný už málokde. Na nivy řek je vázané specifické lesní společenstvo s pravidelným záplavovým režimem a stálou vysokou hladinou podzemní vody. Tomu je adaptovaná i lužní fauna, která snáší zaplavení nebo je schopná vylézt při záplavě na stromy (Chytrý, 2010).

Podle intenzity zaplavování, a tedy i výšky nad vodním tokem zde najdeme i příslušné druhy stromů. Luhy dělíme zpravidla na tvrdé a měkké, což jsou pojmy odvozené od tvrdosti dřeva dominantních stromů. Tvrdé luhy (Obr. 124) rostou na vyšších říčních terasách a jsou méně často zaplavované, velká voda sem dorazí obvykle jednou za několik let. Tvoří je zejména duby, jasan, javory, habry a lípy. Měkké luhy (Obr. 125) rostou na úrovni řeky na nejmladší říční terase, jsou zaplavované každé jaro, ale někdy i častěji. Proto zde rostou hlavně topoly a vrby, které snesou zamokření a při polámání snadno regenerují (Douda, 2009).



Obr. 124 Tvrdý luh-doubrava s jasanem



Obr. 125 Měkký vrbový luh



Obr. 126 Nahá bučina (*Fagetum nudum*) prakticky bez podrostu. Nejvíce vlhkosti, živin a diverzity drobných živočichů se koncentruje na padlé dřevo.

Dalším typem vlhkomilného lesa, který se nemusí vyskytovat jen v luzích, ale i jinde na podmačené půdě, jsou olšiny. Na rozdíl od jiných přirozených typů lesa, které jsou různověké (najdeme tu mladé i staré stromy a les zmlazuje postupně), jsou olšiny stejnověké. Pokud porost olší hodně zestárne, odumře celý najednou a na místě vyrostе zcela nový porost. Po starých olších zde často rozeznáme jakési kopečky (Obr. 127), takže povrch půdy je tu hodně křivolaký (Douda, 2009, Chytrý, 2010).



Obr. 127 Stejnověká mokřadní olšina. Kopečky v popředí jsou pařezy starých odumřelých olší předchozí generace (zdroj: <http://kokorinsko.ochranaprirody.cz/mzchu/npp-reckov/>)

Pro lužní les je typický výskyt lián, které se plazí vysoko do korun stromů. V lužním lese se můžeme setkat s chmelem otáčivým (*Humulus lupulus*- Obr. 128), opletníkem plotním (*Calystegia sepium*), v jižní Evropě také s révou vinnou (*Vitis vinifera*- Obr. 129) (Hendrych, 1984).

Hospodářsky významné liány lužního lesa

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*) je popínavá rostlina využívaná jako jedna z nejdůležitějších ingrediencí při výrobě piva. Z rostliny se užívají pouze sušené samičí hlávky, díky nimž má pivo svou specifickou hořkou chuť (Večerková et Kiss, 2007).

Vinná réva (*Vitis vinifera*) je jednou z nejstarších kulturních rostlin pěstovaných člověkem. Její bobulovité plody se využívají k přímé konzumaci, suší se na „hrozinky“, ale především je s nimi spjaté celé zemědělské odvětví – vinařství, které se zabývá výrobou vína a dalších nápojů (Kybal et Kaplická, 1988).



Obr. 128 Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*, zdroj: Pixabay)



Obr. 129 Réva vinná (*Vitis vinifera*, zdroj: Pixabay)

Liánovité porosty jsou díky množství živin v luzích značně bohaté, což činí tento typ lesa nepropustným. Starší větve lián jsou tak pevné, že bez problémů unesou člověka, takže i v našich zeměpisných šířkách si můžeme zahrát na Tarzana a pohoupat se na liáně. Keřové patro tvoří nejčastěji krušina obecná (*Frangula alnus*), meruzalka černá (*Ribes nigrum*), kalina obecná (*Viburnum opulus*), nebo brslen evropský (*Eunymus europaea*). V bylinném patře na hodně zamokřených půdách typicky najdeme třeba blatouch bahenní (*Caltha palustris*), v o něco sušších partiích se můžeme setkat s bylinami, jako je vysoký děhel lesní (*Angelica silvestris*), velké porosty zde místy vytváří tužebník jilmový (*Filipendula ulmaria*).



Obr. 130 Habřina dřívě pařezinový typ lesa s více kmínky, vyrůstajícími z jednoho místa.

Pro lužní lesy je opět typický jarní bylinný aspekt. Než se stromy olistí, najdeme zde husté porosty chutného česneku medvědího (*Alium ursinum*), růžové a bílé porosty dymnivky duté (*Corydalis cava*), bílé bledule jarní (*Leucojum vernum*- Obr. 131) a sněženky podsněžníku (*Galanthus nivalis*), žluté sasanky pryskyřníkovité (*Anemone ranunculoides*- Obr. 132) nebo orseje jarního (*Ficaria verna*) (Hendrych, 1984).



Obr. 131 Bledule jarní (*Leucojum vernum*)



Obr. 132. Sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*)

U vod je v nivách a luzích k vidění třeba bobr evropský (*Castor fiber*) nebo vydra říční (*Lutra lutra*). Přítomnost bobra nelze přehlédnout, jeho okus stromů pro stavbu bobřích hrází má charakteristický tvar (Obr. 133). Bobr byl na začátku 20. století téměř vyhuben, v Evropě zbývalo posledních 5 izolovaných populací. V dnešní době se s ním díky reintrodukci (znovuvysazování), ale hlavně díky přirozenému šíření opět můžeme setkat (Aulagnier et al., 2018).



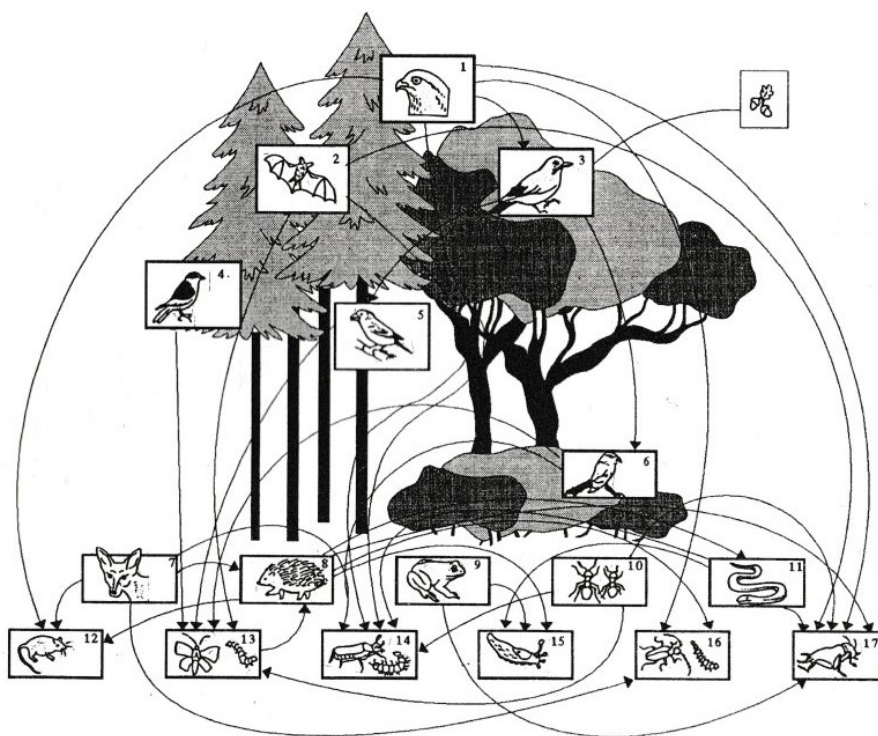
Obr. 133 Okus bobrem evropským

Fauna smíšených lesů

Ve smíšeném lese je patrné rozdělení živočichů do jednotlivých vegetačních pater. Někteří živočichové obývají jen půdu, tvoří tzv. edafon. Rozdělit je můžeme podle velikosti – největší půdní živočich je krtek (*Talpa europaea*), nejmenšími živočichy edafonu jsou roztoči. Půdní živočichy si ale v lese můžeme rozdělit i podle typu potravy. Někteří se živí rozkládajícím se listím stromů či bylin, které mohou dokonce aktivně zatahovat do půdy (např. žížaly). Jiní živočichové, hlavně stejnonozí korýši a mnohonožky listový opad rozchroupávají a vytvářejí drobný tzv. trusinkový humus (Obr. 134). To jsou vlastně drobné exkrementy, těchto živočichů, které poskytují úživný substrát pro klíčení rostlin (Juříčková et Ložek, 2019). Kromě edafonu, který představuje jakýsi samostatný vesmír a povídání o něm by zabralo celou knihu, najdeme v listnatých lesích složitou potravně provázanou síť živočichů, obývajících padlé dřevo, keřové i stromové patro lesa (Jeník, 1995). Vztahy mezi jednotlivými živočichy znázorňuje příklad potravní sítě (Obr. 135).



Obr. 134 Trusinkový humus-exkrementy stejnonožek a mnohonožek



Obr. 135 Potravní síť ve smíšeném opadavém lese (převzato z Jeník, 1995): 1- krahujec, 2- netopýr, 3- sojka, 4- lejsek, 5- pěnkava, 6- ťuhýk, 7- liška, 8- ježek, 9- žába, 10- mravenec, 11- slepýš, 12- norník, 13- sosnokaz, 14- chroust, 15- plzák, 16- střevlík, 17- cvrček



Obr. 136 Dubohabřina s liánovitými kmínky břečťanu, ovíjejícími hostitelské stromy.

Začneme od těch největších a nejvýraznějších živočichů až po ty, kteří nejsou tak nápadní, ale pro provázanou lesní síť živočichů stejně důležití.

Fauna velkých obratlovců atlantických listnatých lesů byla z části vyhubená lovem či vymřela vlivem zničení lesů. K téměř vymřelým králům těchto lesů patří zubr evropský (*Bison bonasus*- Obr. 137), který byl největším zvířetem evropských opadavých lesů, dnes už je chován pouze v rezervacích (Prach et al., 2009).

Zubr evropský (*Bison bonasus*) je jediným evropským zástupcem rodu *Bison* a zároveň největším suchozemským savcem Evropy, může být až 2 m vysoký a vážit až 900 kg! Pozornost upoutají dlouhé rohy samců, rohy samic jsou kratší, byť stále relativně dlouhé. Tento býložravý spásač nejrůznější vegetace je ve volné přírodě téměř vyhuben, hlavně kvůli přílišnému lovu. Posledním domovem evropských zubrů se staly lesy východního Polska, Litvy, Bílé Rusi a podhůří Kavkazu. Hlavním útočištěm zubrů v Polsku je Bělověžský prales (polsky puszcza Bialowieska) s unikátními přírodními podmínkami. Výskyt zubrů v Evropě potvrzují kromě archeologických vykopávek také názvy některých obcí (v ČR např. Zubří, nacházející se v okresech Vsetín, Chrudim a Žďár nad Sázavou. V okrese Ústí nad Labem leží obec Zubrnice) (Dostál et al., 2014).



Obr. 137 Zubr evropský (*Bison bonasus*, zdroj: Pixabay)



Obr. 138 Nahá bučina (*Fagetum nudum*) bez padlého dřeva hostí jen minimum drobné fauny.

Velcí savci jako lesní kůň tarpan (*Equus ferus*) a pratur (*Bos primigenius*) byly vyhubeni zcela. Až v dnešní době plně doceňujeme jejich význam pro formování evropské krajiny. Díky pravidelnému spásání vegetace udržovaly nezarostlé plošky v jinak souvislých lesních porostech, kde se mohla místy udržet i jiná než pouze lesní vegetace, takže přispívali k vyšší druhové pestrosti evropské přírody (Dostál et al., 2014).

V dnešní době je jedním z nejrozšířenějších zvířat celé Evropy prase divoké (*Sus scrofa*). Má totiž vysokou schopnost reprodukce, ztratilo přirozené nepřátele (velké šelmy jako třeba rys), je všežravé a snadno se přizpůsobuje svému okolí. Nadstavy prasat se místy projevují devastací hospodářských plodin na polích (Anděra, 2004). Při hledání potravy v lese prasata rozhrabávají půdu, čímž ji prokysličují, dostávají na povrch půdy živiny a hnojí ji svými výkaly. Na místech takovýchto rozrytin se podobně jako ve zrytém záhonu snadněji uchycují semena rostlin, takže prasata takto uvolňují prostor k přirozené obnově lesa. Dá se tedy říci, že zatímco v zemědělské krajině prase škodí, ve svém přirozeném prostředí je přítelem lesa.

Pratur (*Bos primigenius*) je předek tura domácího. V Evropě patřil mezi hlavní lovnou zvěř už od doby kamenné (Obr. 139). Jeho počty byly redukovány a zároveň postupně nahrazovány jeho domestikovanými formami. I přes výnosy králů, kteří si jejich úbytek uvědomovali, se pratur stával čím dál vzácnějším a v průběhu 13. století byl v západní Evropě zcela vyhuben. Ve východní Evropě byl vyhuben do konce století 15. století. V dnešní době máme snahu aktivně pomáhat v obnově některým přirozeným biotopům jako je druhově pestré bezlesí, a to zejména jeho pravidelným kosením, které je však finančně velmi nákladné. Proto se objevilo několik různých projektů snažících se pratura znovu vyšlechtit křížením jeho nejvíce zdomácnělých forem nebo i úpravou genetického materiálu. Spásání krajiny těmito obrovskými kopytníky je totiž velmi efektivní a nenákladné, a proto se lidé snaží je do přírody opět navracet, jako se to děje i v případě výše zmíněného zubra evropského (Dostál et al., 2014). Křížením oživeného „pratura“ (Obr. 140) a stáda zubrů a divokých koní můžeme dnes pozorovat třeba v přírodní rezervaci Milovice (Řezáč, 2017).



Obr 140 Novodobě vyšlechtěný „pratur“ a Obr. 139 Malba pratura v jeskyni Lascaux (Dostál et al., 2014)

Mezi největší obratlovce smíšených lesů dnes patří jelen evropský (*Cervus elaphus*), který je zvířetem spíše samotářským a žije skrytě v lesích (Obr. 141).



Obr. 141 Jelen evropský (*Cervus elaphus*, zdroj: Pixabay)



Obr. 142 Druhově pestrý listnatý les byl zřejmě v ne zcela dávné době využíván v pařizinovém hospodářství, o čemž svědčí kmínky stromů, vyrůstající z jednoho místa.

Naproti tomu srnec obecný (*Capreolus capreolus*), který donedávna žil stejným způsobem života jako jelen, zcela změnil svoje chování. Přizpůsobil se bezlesé krajině a polím a začal se po otevřené krajině, ve které nemá úkryty, pohybovat v rozsáhlých stádech čítajících až sto kusů (Aulagnier et al., 2010). Srnce proto můžeme dnes s nadsázkou označit za „antilopy našich polí“ (Obr. 143).



Obr. 143 Stádo dříve samotářského srnce obecného (*Capreolus capreolus*) v poli (zdroj https://www.youtube.com/watch?v=0Q1B_gCmgUY)



Obr. 144 Druhově pestrý listnatý les s bujným bylinným patrem a s padlým stromem, který zvyšuje diverzitu prostředí.

Mezi typické lesní šelmy patří zejména kuna lesní (*Martes martes*), tchoř tmavý (*Mustela putorius*), liška obecná (*Vulpes vulpes*) nebo jezevec lesní (*Meles meles*- Obr. 145), který si staví rozsáhlé soustavy nor tzv. jezevčí hrady.

Jezevčí hrady jsou obrovské rodinné nory, které jezevci využívají po staletí, možná dokonce i po tisíciletí. Spleťtité nory tvoří chodbičky a komůrky různých funkcí (na spaní, na zásoby, pro rození mláďat). Hrad je často ve svahu a má několik východů, které často lemují kameny. Nalézt se dají také podle charakteristicky vyšlapaných cestiček v okolí nebo podle škrábanců a trusu (Aulagnier et al., 2010).

Původně ryze lesní zvířata jako např. liška, jezevec nebo kuna se v dnešní době přizpůsobila člověku a můžeme je proto často potkat i v okolí lidských sídel nebo přímo ve městech. Jsou to zvířata velice přizpůsobivá z hlediska nároků na prostředí a potravní zdroje (Šálek, 2016).

V malých populacích přežívá v některých rozsáhlejších lesních oblastech rys ostrovid (*Lynx lynx*- Obr. 146). Rysí populace začínají být v Evropě znovu stabilní. Mladí jedinci jsou známí svým blouděním mimo domovské teritorium a hledáním nových příhodných míst, takže mohou samovolně osidlovat i krajiny, kde byl rys v minulosti vyhuben. Kočka divoká (*Felis silvestris*) patří mezi velmi vzácné malé šelmy. Ojedinělá pozorování v rozsáhlých lesních komplexech je třeba vždy ověřovat, protože si ji lze snadno splést se zdivočelou kočkou domácí (Aulagnier et al., 2010).



Obr. 145 Jezevec lesní (*Meles meles*, zdroj: Pixabay) Obr. 146 Rys ostrovid (*Lynx lynx*, zdroj: Pixabay)



Obr. 147 Druhově pestrý listnatý les s dobře vyvinutým keřovým i stromovým patrem. Na snímku je dobře patrná jeho přirozená různověkost.

Místy se také setkáme s vlkem obecným (*Canis lupus*) či s medvědem hnědým (*Ursus arctos*), kteří byli v evropské krajině stejně jako rys téměř vyhubeni a dnes se jim opět začíná dařit. Díky legislativě, která velkým šelmám zajišťuje ochranu a díky zlepšující se situaci veřejného mínění se areály rozšíření jednotlivých velkých šelem stále zvětšují. V celé Evropě, tak můžeme vidět opět malé populace vlka, rysa i medvěda hnědého. Velké šelmy a člověk se spolu opět učí žít v rovnováze (Anděra et al., 2004; Chapron, 2014).

V korunách stromů je stejně jako v tajze hojná veverka obecná (*Sciurus vulgaris*). Toto patro je obydleno mnoha druhy ptáků, z nichž většina na zimu odlétá za potravou jižněji, někdy jen o sto kilometrů, jindy až třeba do Afriky. Ovšem ptáci, kteří dříve odlétali na jih, zůstávají, pravděpodobně vlivem klimatických změn, stále častěji v lesích mírného pásu. Můžeme tu pozorovat až 52 druhů ptáků. Na větvích si staví hnízda třeba žluva hajní (*Oriolus oriolus*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*) nebo kos černý (*Turdus merula*), pěnice-latinsky *Sylvia* se po lese přímo jmenuje. (Buchar, 1983, Dierschike, 2007). Velká stromová hnízda má třeba i straka obecná (*Pica pica*) nebo sojka obecná (*Garrulus*

glandarius). Tyto donedávna striktně lesní druhy, jako třeba straka a sojka, se v posledních dvaceti letech dobře adaptovali na městské prostředí (Wang et al., 2008). V křovinách u vody nebo na vlhkých místech hnízdí slavíci (*Luscinia*). Svěbytné prostředí představují dutiny stromů. Jsou to právě ptáci, kteří je dokážou sami vyklovat, přičemž je pak může využívat spousta dalších živočichů. V dutinách stromů hnízdí např. datel černý (*Dryocopus martius*) nebo špaček obecný (*Sturnus vulgaris*). Holub doupňák (*Columba oenas*) využívá dutiny a hnízda po jiných druzích ptáků.

Na zemi se přes den schovává lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), v noci aktivuje a loví hmyz (Dierschike, 2007). Typickým obyvatelem smíšených lesů je také výr velký (*Bubo bubo*), který klade vejce na holé skalní římsy. Z dravců můžeme jmenovat např. ještěrku lesního (*Accipiter gentilis*), kterého vidíme často kroužit nad lesem a upozorní na sebe ostrými výkřiky (Dierschike, 2007).

V opadavých lesích potkáme i ocasaté obojživelníky, známý je třeba mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*- Obr. 148). Jeho larvy se vyvíjejí v čistých tůňkách a pramenech, kterých dnes ubývá, a proto se mlok stává vzácným. Dospělci jsou zalezlí v sutích či pod padlým dřevem a uvidíme je nejspíše po dešti, kdy vylézají na lov. Těmto obojživelníkům se u nás dřív říkalo štíři, odtud různé pomístní názvy jako Štíří důl (Diesener, 1997).



Obr. 148 Mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*, zdroj: Pixabay)



Obr. 149 Okraj dubového lesa s mladým kaštanovníkem jedlým (*Castanea sativa*) v podrostu. Kaštany indikují teplejší klima, takže se přesouváme na jižní okraj mírného pásu.

Složitá vnitřní architektura smíšených lesů poskytuje velké množství různých drobných a často plošně omezených stanovišť, které využívají jen určité druhy drobné fauny (Obr. 150 a 151). V bukových lesích, které převažují v západní Evropě, je fauna bezobratlých často koncentrovaná na odumřelé padlé kmeny buků.



Obr. 150 Roháček bukový (*Sinodendron cylindricum*)



Obr. 151 Trojlaločka (*Helicodonta obvoluta*) a vřetenovka (*Cochlodina laminata*)

Padlé bukové kmeny jsou št'avnaté souostrovy v pustině nepříznivých podmínek

Padlý bukový kmen (Obr. 152) má určité optimální stádium rozkladu, kdy se kůra odchlípí vlivem dřevokazných hub, které vytvářejí dlouhá pevná vlákna. Pod kůrou díky nim vznikne prostor, který je hojně obýván např. žížalami (Obr. 153), mnohonožkami, stejnonožnými korýši, larvami brouků či plži, kteří se živí houbami či přímo odumřelým dřevem. Zároveň se zde vyskytují i jejich predátoři, jako jsou stonožky, střevlíci, sekáči plošici a další. Dohromady se tak na rozkládajících se kmenech vytváří pestré společenstvo živočichů, které představuje ostrov hojnosti ve srovnání s okolím. Bukové listí se totiž, jak už bylo uvedeno výše, špatně rozkládá a často plesniví, takže je pro většinu drobné fauny prakticky neobyvatelné (Juříčková et Ložek, 2019, Ložek, 1999).



Obr. 152 Padlé kmeny udržují vlhkost půdy a pod kůrou tvoří drobná stanoviště pro živočichy (na obrázku jsou nadšení biologové obírající bukový kmen)

Obr. 153 Žížaly rodu (*Eisenia*) vytvářejí pod kůrou padlého stromu vrstvičku trusu, žluté útvary jsou jejich kokony



Obr. 154 Teplomilný les s duby, lípami i kaštanem jedlým v jižní teplé části smíšených lesů. Hustý lesní podrost pomáhá udržovat vlhkost.

Člověk ve smíšeném lese

V mírných šířkách hrál les vždy významnou roli, už od nejstarších lidských kultur měl význam nejen materiální, ale i náboženský a spirituální. Řada lidských společenství pokládala staré stromy za posvátné a kladla k jejich kořenům obětiny (Cílek, 2002).

Už skoro 8000 let člověk krajinu odlesňuje, aby získal vhodné plochy k zemědělství. Vytváří se tak kulturní krajina, která se liší od přirozeného stavu, jakým by byl v tomto biomu listnatý prales. Ne všechny oblasti byly ale obhospodařované ve stejnou dobu. Zatímco v úrodných nížinách vznikala kulturní krajina dříve, hory dobyl člověk zemědělec mnohem později. Plochá oblast západní Evropy byla tedy osidlována poměrně brzy. Les byl přeměňován na pole, pastviny, louky a hustou sítí sídel a komunikací (Jeník, 1995). Hospodařilo se však i v lese, do kterého se vyháněl dobytek na lesní pastvu, opad ze stromů se hrabal a využíval se v zimě jako stelivo pro dobytek. Tzv. pařezinové hospodářství (Obr. 155) bylo v období, než se začalo spalovat uhlí, hlavním zdrojem dřeva, které se využívalo především jako

palivo, ale čerstvé letorosty se i sušily a využívaly v zimě jako krmivo pro dobytek (Hédl et al., 2011). V různých obdobích poledové doby, tedy posledních zhruba 10 tisíc let byla tedy krajina mírného pásma západní Evropy pestrá mozaikou různých biotopů a výrazně se lišila od klimaxového stavu, do jakého by dospěla přirozenou sukcesí. Pokud ale ponecháme jednotlivé biotopy přirozenému vývoji, přestaneme na nich hospodařit či do nich jinak zasahovat, začnou zarůstat listnatým lesem, který je zde přirozený (Ložek, 2011). Z tohoto hlediska je třeba se dívat i na různé rekultivace, tedy snaha zahladit nežádoucí zásahy člověka do krajiny. Nejlepší rekultivace je ponechání stanoviště svému přirozenému vývoji, což je nejefektivnější a zcela zadarmo.

Pařezinové hospodaření je těžení dřeva s co možná nejtenčími kmeny. Ty se tedy nemusely rozřezávat na kusy, jako to děláme dnes, ale sbíraly se do otýpek, které se mohly rovnou využít. Les se přirozeně obnovoval výmladky, to znamená, že strom obrazil, poté co byl u báze kmenu odseknut. Vnikl tak charakteristický tvar, kdy z jednoho pařezu vyrůstá několik slabých kmínků. Obrážející pařezina se na nějaký čas ohradila před zvěří, aby se mohla sama obnovit a znovu využívat (Hédl et al., 2011).



Obr. 155 Obrážející pařezina



Obr. 156 Okraj dubového lesa se zimostrázem vždyzeleným (*Buxus sempervirens*), který v zimě neopadává. Hustý lesní porost si udržuje v suchém prostředí vlhčí mikroklima.

Pásma vždyzelené tvrdolisté středomořské vegetace neboli mediterán

Tento biom se rozkládá v pěti oddělených oblastech světa kolem 40° severní a jižní šířky, a to zejména na evropském a severoafrickém pobřeží Středozemního moře. Na našem gradientu byl v rozmezí 44,5-35,5 ° s.š. Na severu hraničí s pásmem stepí a s oblastí lesů mírného pásu, na jih v Africe přechází v pouště a savany (Prach et al., 2009).

Tabulka 4. Klimatické vymezení mediteránu (upraveno podle Horník et al., 1986)

Průměrná roční teplota	15-20 °C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce a nejstudenějšího měsíce	21 až 27 °C 8 °C až 12 °C
Průměrný roční srážkový úhrn	500-1200 mm



Obr. 157 Dubový les s hustým podrostem vždyzelené neopadavé vegetace, která udržuje vlhčí mikroklima.

Biom se středomořským charakterem a klimatem, jak ho známe se nachází hlavně v jižní Evropě. Oblast, kde je možné pěstovat olivovník evropský (*Olea europaea*), který roste do zhruba 800 m.n.m. a nesnese pokles teploty pod 3 °C, je vlastně nepřímým ukazatelem „pravého“ Středomoří (Zelený, 2012).

Podobný charakter prostředí má západní mediterán lemuující západní části Středozemního moře po Apeninský poloostrov. Východní mediterán, tedy Balkán, Peloponéský poloostrov a evropská část Turecka už mají trochu jiné klimatické podmínky – obecně jsou teplejší. Je zde větší návaznost na asijskou biotu, řada ostrovů byla v nedávné geologické minulosti spojená s pevninou (Hendrych, 1984). Hranice mezi západním a východním mediteránem probíhá zhruba napříč Sicílií směrem k pobřeží Tuniska. My se zaměříme na západní mediterán, který jsme při naší cestě Evropou navštívili.



Obr. 159 Okraj dubového lesa s kaštanem jedlým (*Castanea sativa*). Na patě svahu se drží vlhkost, což indikují kapradiny.

Oblast západního středomoří je celkově vlhčí než část východní. Patří sem Pyrenejský poloostrov, jižní Francie, Apeninský poloostrov a část severní Afriky.



Obr. 158 Rozmístění tvrdolisté středomořské vegetace na Zemi (Prach et al., 2009)



Obr. 160 Dubový les se známkami pařezinového hospodářství-z jednoho místa vyrůstá více kmínků.

Průměrné roční teploty se v mediteránu pohybují okolo 15 až 20 °C (Tab. 4), v západním mediteránu zmírňuje výkyvy teplot přítomnost moří (Jeník, 1995). Celoroční úhrn srážek může v západním mediteránu či ve vyšších polohách dosahovat až 1200 mm ročně (pro představu zhruba jako v nejvlhčích oblastech střední Evropy, třeba v Jizerských horách). Srážky se však během roku vyskytují značně nerovnoměrně, takže prakticky veškeré spadnou v zimě (Jeník, 1995; Prach et al., 2009).

Léta jsou hodně horká a suchá, zimy jsou ve srovnání s naším podnebím ve střední Evropě teplejší, téměř bez mrazu (sníh je tu v nižších polohách vzácností) a hodně deštivé (vydatněji prší zejména od září do dubna).



Obr. 161 Vnitřek stinného dubového lesa s hustou vegetací má specifické mikroklima s vyšší vlhkostí. Takovýto typ lesa najdeme v úzkých údolích či sníženinách.

Toto typické mediteránní klima se vysvětluje periodickým posouváním subtropických anticyklón (vznikajících v Africe), které se v létě dostanou nad Středomořskou oblast a vytlačí tak vzduch s nízkým tlakem do střední Evropy. Naopak v zimě se stahují anticyklóny zpátky do Afriky a středomoří je tak ovlivňováno frontálním systémem ze severní Evropy přinášejícím deště (Zelený, 2012).

Západní mediterán ovlivňují také pravidelné větry. Na pobřeží od ústí řeky Ebro až po Janovský záliv vane pravidelně *mistrál*. Jedná se o silný, chladný a suchý nárazový vítr vanoucí v zimních měsících, místy dosahuje až 130 km/h, což je síla vichřice. Z jižní Francie směrem k Gibraltarů vane v zimním období také tzv. *levanter*, východní až severovýchodní vítr přinášející deštivé a mlhavé počasí (Zelený, 2012).

Pro oblast středomoří jsou zvláště charakteristické půdy s vysokým obsahem železa, proto jsou zbarvené od žluté až po červenou. Jsou to hlavně staré půdy typu červenozemě čili *terra rossa* a žlutozemě *terra fusca*, někdy souhrnně označovány chromosoly (zbarvené půdy).

Nepravidelné rozložení a intenzita srážek má za následek, že se většina vody v krajině neudrží a při přívalových deštích prostě oteče do moře. Běžně se tak zde můžeme setkat se sezónními potoky, které jsou v létě vyschlé, ale v zimě jimi teče spousta vody, která strhává i okolní půdu a způsobuje značnou erozi. Půda, ač se často tvoří na vápencích, bývá vlivem toho na povrchu odvápněná a vápník se vyluhuje do spodních vrstev, kde může vytvářet i silné krusty (Jeník, 1995). Půdy jsou v mediteránu vesměs alkalické (zásadité) a tedy vhodné pro pěstování nejrůznějších náročnějších zemědělských plodin jako jsou třeba citrusy, k pěstování obilovin ale vhodné nejsou (Zelený, 2012).

Chromosoly jsou barevné půdy. Nejznámější jsou červenozemě (Obr. 162) a žlutozemě. V jejich půdním profilu se objevuje pod tmavým humusovým horizontem horizont kambický (B) obohacený o jílové minerály. Tyto půdy jsou tedy vlastně nevápnitým jílovitým reziduem (zbytkem). Mají výraznou sorpční schopnost tzn., přes deštivou zimu nasávají velké množství vody a v létě půda postupně prosychá a poskytuje tak vegetaci vláhu průběžně. Zvětráváním vápenatých hornin (vápenců či dolomitů) vzniká charakteristický typ půd tzv. rendziny (Obr. 163), kde humusový horizont přímo nasedá na matečnou horninu, jsou tedy tmavé, neodvápněné a velice úrodné (Zelený, 2012).



Obr. 162 Půdní profil červenozemí (zdroj: <https://gsoil.wordpress.com/2012/07/05/terra-rossa/>)

Obr. 163 Půdní profil rendzinou (zdroj: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniSubtyp&id_categoryNode=211)



Obr. 164 Okraj dubového lesa na břehu potoka. Vyšší vlhkost indikují porosty kapradin.

Flóra mediteránu

Suchým a teplým létům se rostliny přizpůsobily různými mechanismy, které jim umožnily šetřit s vodou. Stromy mají hluboké kořeny dosahující velkých hloubek. Pro vodu musí dosáhnout až k podzemním zdrojům, protože dešťové vody je v létě nedostatek. Jejich kmeny kryje tlustá vrstva odumřelého dřeva – borka. Koruny stromů jsou nízko nad zemí rozložené do šířky. U některých rostlinných čeledí se nezávisle vytvořily malé ztlustělé listy (např. tlustice *Crassulaceae* nebo rozchodníky *Sedum*). Někdy bývají pokryté silnou, tvrdou (vyztuženou sklerenchymatickými vlákny) nebo kožovitou vrstvou, která snižuje na minimum možný výpar v době největšího žáru, kdy jsou průduchy uzavřené (např. duby, pistácie, myrta) (Jeník, 1995, Hendrych, 1984).

Někdy jsou listy porostlé chlupy neboli trichomy (chloupky, štětičky, výrůstky na povrchu rostlin), zajišťující rostlině ochranu před predátory (např. šalvěj lékařská). Husté chlupy na povrchu listů, zároveň vytvářejí jakýsi mikroklimatický obal rostliny a pomáhají rostlině

snížit odpar. Některé rostliny mají na povrchu listů voskovou vrstvu (např. olivovníky), bělavá barva pomáhá odrážet sluneční paprsky. Jindy listy rostlině zcela chybí, např. listnatec (*Ruscus*- Obr. 165), má pouze fotosyntetizující stonek bez listů nebo jsou přeměněné v trny, např. přestup (*Smilax*- Obr. 166).



Obr. 166 přestup drsný (*Smilax aspera*)..... Obr. 165 listnatec (*Ruscus*)

Rostliny šetří vodou, jak jen to jde, a proto ani neshazují listí, jako je tomu třeba v mírném pásu (Hendrych, 1984). Pro tento biom jsou typické dva vegetační vrcholy, tzn. období, kdy rostliny intenzivně rostou a rozmnožují se, tedy kvetou a tvoří plody. První je na jaře, kdy je půda ještě vlhká a teplota postupně stoupá a druhý je na podzim po prvních, často intenzivních deštích. Jarní i podzimní aspekt mají pochopitelně svoji specifickou flóru. V podrostu je možné z jara vidět krásné květy rodů tulipán (*Tulipa*- Obr. 167), šafrán (*Crocus*), kosatec (*Iris*), hyacint (*Hyacinthus*), narcis (*Narcissus*), tořič (*Ophris* – Obr. 168) nebo některé druhy vstavačovitých (*Orchideaceae*). Rostliny, které v těchto obdobích kvetou nemusí být během zbytku roku vůbec viditelné, protože přežívají v hlízách či cibulích.



Obr. 168 Tořič (*Ophris speculum*)

Obr. 167 Tulipán sp. (*Tulipa* sp.)



Obr. 169 Suchý borový les (*Pinus halepensis*) s jalovcem (*Juniperus oxycedrus*). Podrostní vegetace je svěží jen na jaře, později usychá.

V létě růst ustává, kvůli nedostatku vody a bylinné patro usychá (Obr. 169), což napomáhá vzniku přirozených požárů (Jeník, 1995).

středomoří je oblast, kde vznikaly nejstarší lidské civilizace. Člověk využíval zdejší lesy jako zdroj dřeva, až je v podstatě zcela vymýtil, proto je dnes těžké přesně rekonstruovat, jak vypadala původní středomořská vegetace před příchodem člověka. Dnes v celém biomu převažuje tzv. makchie (Zelený, 2012).

Přírozené požáry v mediteránu: Téměř všechny středomořské rostliny produkují aromatické hořlavé silice, látky, jejichž odpařováním se rostliny ochlazují a které jsou také důležité pro vznik přírodních požárů. Některé rostliny tohoto biomu oheň potřebují ke svému životnímu cyklu, zejména proto, aby uvolnily svá semena ve vhodnou dobu nebo proto, aby semena začala klíčit. Hořlavé silice navíc urychlují hoření, takže vegetace rychle vzplane, ale jen ohoří a nezahyne a z živých kořenů velice rychle znovu obrůstá (Obr. 170). Častým požárům ve středomoří, které významně ovlivňují vegetaci se říká požárová dynamika (Hendrych 1984, Prach et al., 2009).



Obr. 170 Regenerující keřiky dubu cesmínolistého (*Quercus ilex*) po požáru

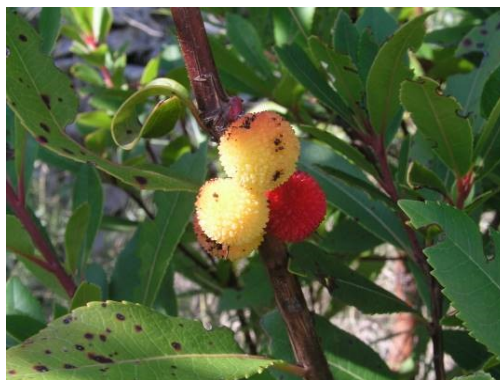


Obr. 171 Borový les se žumarou nízkou (*Chamaerops humilis*), která je jednou ze dvou druhů původních evropských palm.

Křovinaté vždyzelené porosty tvoří dominantní flóru dnešního mediteránu. Jmenovat můžeme zejména pichlavý hlodáš (*Ulex europaea*- Obr. 172), planiku (*Arbutus unedo*- Obr. 173), jejíž plody s tuhou ostnitou slupkou jsou velice chutné, vřesovec (*Erica*- Obr. 174), z jehož kořenů odolných proti žáru se vyrábějí dýmky, či vonnou myrtu (*Myrtus communis*- Obr. 175). Z dalších typických keřů mediteránu můžeme jmenovat zimostřez vždyzelený (*Buxus sempervirens*- Obr. 156), který se sází v parcích a tvarují se z něj živé ploty, pistácií pravou (*Pistacia vera*- Obr. 176) s chutnými oříšky nebo různé druhy cistů (*Cistus* spp.- Obr. 177) s velkými květy různých barev, připomínajícími šípkovou růži (Jeník, 1995, Hendrych, 1984).



Obr. 172 Hlodáš evropský (*Ulex europaea*)



Obr. 173 Planika obecná (*Arbutus unedo*)



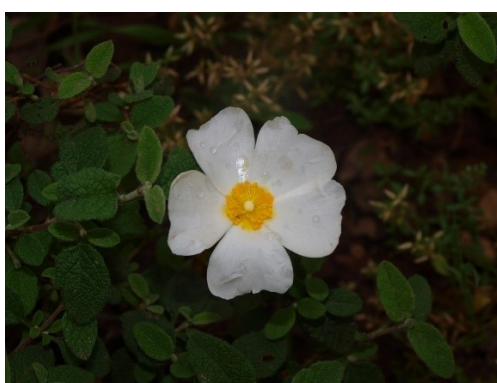
Obr. 174 Vřesovec mnohokvětý (*Erica multiflora*)



Obr. 175 Myrta obecná (*Myrthus communis*)



Obr. 176 Pistácie pravá (*Pistacia vera*)



Obr. 177 Cist sp. (*Cistus sp.*)



Obr. 178 Makchie s neolistěvními topoly kolem sezónního potoka s hlodášem (*Ulex europaea*).

Makchie (např. Obr. 178) je náhradní, sekundární typ středomořské vegetace. Tvoří ji hustý křovinatý porost s tvrdými kožovitými listy nebo s trny např. trnová koruna (*Paliurus spina-christi*) nebo trnitá liána přestup drsný (*Smilax sapéra*- Obr. 166). Tento typ porostu tu převládá už od starověku, kdy první civilizace zničily zdejší les (Demek et al., 1997; Opatrný 1999). K dnešní podobě makchie však největší mírou přispívají kozy a ovce, které stálým okusem (Obr. 219) znemožňují obnovu dřevin a bylin a zabraňují znovuvytvoření původního lesa (Zelený, 2012).

Pro západní mediterán je charakteristický typ vegetace zvaný *garigue* (po ní měl své druhé jméno náš první prezident T.G. Masaryk) s rostlinnou formací *tomillar* (od katalánského slova tomillo = tymián). Tvoří ji aromatické bylinky a polokeře, hlavně tymián obecný (*Thymus vulgaris*), podle něhož dostala formace své jméno (Prach et al., 2009).



Obr. 179 Makchie s původní palmou žumarou nízkou (*Chamaerops humilis*)

Za zmínku stojí jedna ze dvou původních evropských palem, žumara nízká (*Chamaerops humilis*- např. Obr. 179). Nepřipraveného pozorovatele zarazí svou velice malou výškou.

Aromatické byliny jsou pro mediterán typické a díky svým vonným silicím se hojně využívají ve středomořské kuchyni nebo v kosmetickém průmyslu. Kromě tymiánu (*Thymus vulgaris*), můžeme jmenovat třeba rozmarýnu lékařskou (*Rosmarinus officinalis*- Obr. 180), levanduli lékařskou (*Levandula angustifolia*), hluchavkovité bylinky jako šalvěje (*Salvia*), ožanky (*Teucrium*), dobromysl (*Origanum*) nebo saturejku (*Satureja*) (Zelený, 2012).



Obr. 181 Okraj borového lesa s borovicí halepskou (*Pinus halepensis*) na skalnatém podloží je řídký, na skalkách se vlivem sucha a žáru neudrží žádná vegetace.

Kuchyňské využití má i poměrně vysoký keř vavřínu (*Laurus nobilis*), dříve symbol vítězství ve starověkých olympijských hrách, kdy vítězi příjemně zavoněl kolem hlavy, dnes méně vznešený bobkový list (Obr. 182).



Obr. 180 Rozmarýna lékařská (*Rosmarinus officinalis*)



Obr. 182 Vavřínu vznešený (*Laurus nobilis*)



Obr. 183 Dubová makchie se žumarou nízkou (*Chamaerops humilis*)

Z původních lesů mediteránu se v makchii zachoval dub cesmínolistý (*Quercus illex*- Obr. 184 a 185), který převažuje zejména v západní části středomoří, ale také v bývalé Jugoslávii a Řecku. Je zajímavý dvěma typy listů, které si nejsou podobné. Níže položené listy jsou ostnité a připomínají listy cesmíny, což dalo tomuto dubu jméno. Jedná se o adaptaci proti okusu zvěří. Výše položené listy jsou drobnější a celokrajné, bez trnů, protože už není potřeba je chránit. Tento dub je výrazně vápnomilný.



Obr. 184 a Obr. 185. Dub cesmínolistý (*Quercus illex*) – svrchní listy (vlevo) a spodní ostnité (vpravo)



Obr. 186 Makchie s borovicí halepskou (*Pinus halepensis*)

Tam, kde podloží není tvořeno vápencem jej střídá dub korkový (*Quercus suber*- Obr. 187). Roste na jihu Španělska a na severu Afriky, ve vyšších a vlhčích polohách. Z jeho kůry se získává materiál zvaný kork (Obr. 188) (Jeník, 1995; Demek et al., 1997).

Dub korkový je stálezelený strom se silnou borkou (může být silná až 15 cm), která je pórovitá, odlupuje se ve velkých plátech a snadno regeneruje. Buňky korkového pletiva jsou mrtvé, naplněné vzduchem a stěny jsou napuštěny vosku podobnou látkou, která dobře izoluje. Stromu slouží jako ochranná vrstva před teplem a požáry a tvoří také ochranu před ztrátou vody. Člověk jí začal využívat jako přírodní materiál pro výrobu různých věcí např. korkových špuntů. První loupání se provádí na přibližně 20letých stromech, první sklizeň je však ještě nekvalitní. Žádaný hladký a dobře ohebný kork se získává až po druhém loupání, přičemž 3 cm korku přirůstají podle prostředí 6-12 let (Kremer, 1995).



Obr 187 Dub korkový (*Quercus suber*, zdroj: Pixabay) Obr. 188 korek (zdroj: Pixabay)

Z původního porostu vysokých stromů se zapojenými korunami se zachovaly jen zbytky ve vyšších polohách. Tyto poloopadavé a opadavé lesy tvoří různé druhy dubů třeba dub pýřitý (*Quercus pubescens*), dub cer (*Q. cerris*) nebo dub pyrenejský (*Q. pyrenaica*), spolu s nimi zde roste břestovec jižní (*Celthia australis*) s typickými pecičkami nebo habrovec habrolistý (*Ostrya carpinifolia*), který je jakousi ekologickou obdobou našeho habru (Zelený, 2012).



Obr. 189 Břestovec jižní (*Celthia australis*, zdroj: <https://botany.cz/cs/celtis-australis/>)

Obr. 190 Habrovec habrolistý (*Ostrya carpinifolia*, zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Habrovec_habrolist%C3%BD)



Obr. 191 Borový les vyznávající na skalnaté vápencové plotny, na nichž se již stromy neudrží.

Na sušších místech je střídají borové lesy. V nižších polohách převládá borovice halepská (*Pinus halepensis*- Obr. 186 a 192) se svěže zelenými měkkými jehlicemi (Prach a kol, 2009), která dominuje zejména na vápnatých půdách a písčínách. Ve vyšších polohách ji střídá borovice černá (*Pinus nigra*, Obr. 193), která se občas vysazuje jako nepůvodní dřevina i u nás. Od Španělska až po Itálii se objevuje borovice přímořská (*Pinus pinaster*-Obr. 194) s charakteristickými deštníkovitými korunami, která se často pěstuje na zahradách pro chutná semena, tzv. piniové oříšky. Dalšími hojnými jehličnany západního středomoří jsou cypřiš vždyzelený (*Cupressus sempervirens*), opět často pěstovaný pro poskytování příjemného stínu. V nejvyšších polohách afrického pohoří Atlas pak vytváří vysokokmenné lesy cedr atlaský (*Cedrus atlantica*) dorůstající až 40 m. Jejich kvalitní dřevo se používá už od starověku na stavbu domů, lodí i nábytku (Obr. 195) (Hendrych, 1984).



Obr. 192 Borovice halepská (*Pinus halepensis*)



Obr. 194 Borovice přimořská (*Pinus pinaster*)



Obr. 193 Borovice černá (*Pinus nigra*, zdroj: Wikipedia)



Obr. 195 Cedr atlaský (*Cedrus atlantica*)



Obr. 196 Řídký borový les vyznávající do trsovitě řídké vegetace na silně propustném vysychavém substrátu. V mediteránu se daří velkému množství užitkových, kulturních nebo okrasných rostlin, které sem člověk přivezl, pěstuje je a využívá už od starověku. Patří sem subtropické ovoce, zejména různé druhy citrusů (Obr. 197), pocházejících vesměs z Číny nebo marhaník obecný zvaný též granátové jablko (*Punica granatum*- Obr. 198), který je původem ze vzdáleného ostrova Sokotra. Fíkovník (*Ficus carica*- Obr. 199) pochází z jihovýchodní Asie, dnes pěstuje v sadech, zdivočelý ho ale najdeme v okolí potoků. Rohovník obecný (*Ceratonia siliqua*- Obr. 200) je původem asi z východního středomoří. Naopak místní hojně pěstovanou plodinou je vinná réva, zmiňovaná už v souvislosti s luhy mírného pásu.

Rohovník obecný (*Ceratonia siliqua*), je bobovitá rostlina, jejíž plody jsou známy jako svatojánský chléb. Dnes se oplodí jeho lusku používá v cukrářství k výrobě tzv. karobu, má příjemně sladkou chuť a někdy se jím nahrazuje čokoláda. Semena rohovníku se ve starém Římě používala jako váhová jednotka. Každé semínko je stejně těžké a má 0,206 gramů, což je 1 karát od latinského názvu rohovníku *Ceratonia*. Dodnes známe pojem karát ze šperkařství (zdroj: <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/strom-cukraru-klenotniku>).



Obr. 197 Sad pomerančovníků (*Citrus sinensis*) Obr. 198 Marhaník obecný-granátové jablko (*Punica granatum*)



Obr. 199 Fíkovník smokvoň (*Ficus carica*) Obr. 200 Rohovník obecný (*Ceratonia siliqua*)

Zásadním stromem středomoří je olivovník evropský (*Olea europaea*- obr. 201), jehož výskyt, jak už bylo řečeno prakticky ohraničuje mediterán (Zelený, 2012).



Obr. 201 Olivovník evropský (*Olea europaea*) Obr. 202 Plody olivovníku – olivy (zdroj: Pixabay)



Obr. 203 Vzrostlé solitérní duby (*Quercus ilex*). Okolní makchie je omezená pastvou a místy zcela vyšlapaná.

Olivovník evropský (*Olea europaea*) je vždyzelený strom původem z Asie, ale již od starověku rozšířený po celém středomoří. Zmínky o něm jsou už ve Starém zákoně. Roste velice pomalu a může dosahovat velmi vysokého věku. Nejstarším známým jedincům je i přes 2000 let. Jeho peckovité plody olivy se kromě potravinářství využívají i v kosmetice a lékařství. Nejvíce zdraví prospěšný je panenský olivový olej lisovaný za studena, který se zpracovává do 4 dnů od sklizně, černé zralé olivy (Obr. 202) se sklízí v pozdním podzimu nebo zimě (Kremer, 1995).



Obr. 204 Řídká makchie na skalnatém slunném svahu. Extrémní podmínky rozpáleného substrátu nepřežily mladé borovice.

Fauna mediteránu

V cedrových a dubových hájích v pohoří Atlas žije jediný zástupce opic, který zasahuje i do Evropy makak magot (*Macaca sylvanus*- Obr. 205). Jeho areál rozšíření sahá ze severoafrického pohoří Rif do Vysokého a Středního Atlasu, izolovaná populace čítající kolem dvou set opic žije i na Gibraltaru, kde se stala oblíbenou turistickou atrakcí (Aulagnier et al., 2018).



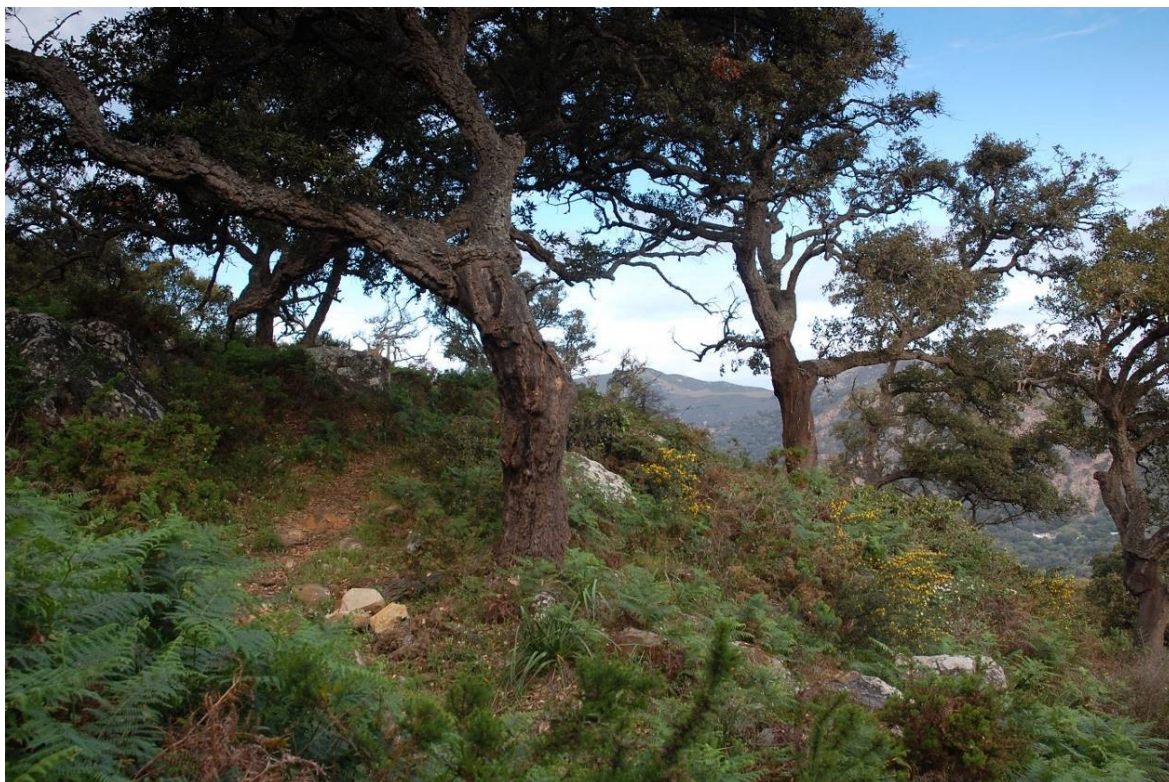
Obr. 205 Makak magot (*Macaca sylvanus*, zdroj: Pixabay)

Stejně jako i jinde v Evropě můžeme v mediteránu potkat lišku obecnou (*Vulpes vulpes*), vlka obecného (*Canis lupus*) nebo šakala obecného (*Canis aureus*- Obr. 206), který má původ v jihovýchodní Asii.

Šakal obecný (*Canis aureus*) je psovitá šelma připomínající lišku, se kterou si jej pletou i myslivci. Je štíhlejší postavy, liší se zbarvením a má delší nohy. Tvoří páry, které si nezaměnitelným vytím vymezují teritoria. Je to všežravec živící se lovem drobných savců nebo mršinami, aktivní je v noci. Šakalů je sice nejvíc ve středomoří, ale šíří se dnes celou Evropou a rozmnožují se dokonce i v Čechách (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 206 Šakal obecný (zdroj: Pixabay)



Obr. 207 Řídký les dubu korkového (*Quercus suber*) v jihozápadním Španělsku zde přežije díky vlhkému proudění od moře.

Z menších šelem se tu daří třeba kuně lesní (*Martes martes*), lasici kolčavě (*Mustela nivalis*) nebo tchoři tmavému (*Mustela putorius*), kteří mají opět areál rozšíření po celé Evropě a jsou tudíž přizpůsobeni širokému spektru přírodních podmínek. Pro Španělsko a jihozápadní Francii jsou také typické cibetkovité šelmy, ženetka tečkovaná (*Genetta genetta*- Obr. 208) nebo promyka ichneumon (*Herpestes ichneumon*- Obr. 209). Hojný je tu i králík divoký (*Oryctolagus cuniculus*) (Aulagnier et al., 2018).

V západním mediteránu žijí dva druhy ježků, ježek západní (*Erinaceus europaeus*), běžný i v mírném pásu a ježek alžírský (*Atelerix algirus*) vyskytující se na východním pobřeží Španělska a v Maroku, který je světlejší a má delší nohy. Středomoří obývá i drobounký hmyzožravec bělozubka nejmenší (*Suncus etruscus*). Jedná se o nejmenšího savce, vážícího pouhé dva gramy (Aulagnier et al., 2018).

Cibetkovité šelmy západního mediteránu

Ženetka tečkovaná (*Genetta genetta*)

Elegantní cibetkovitá šelma s krátkýma nohama a charakteristickým tečkováním je hojná zejména ve Španělsku. Žije skrytě a aktivuje za soumraku nebo v noci, kdy loví drobné hlodavce, ptáky nebo ještěrky. Nepohrdne ale také houbami nebo ovocem (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 208 Ženetka tečkovaná (*Genetta genetta*, zdroj: Wikipedia)

Obr. 209 Promyka ichneumon (*Herpestes ichneumon*, zdroj: <http://www.sokujiciplaneta.cz/priroda/sub-malo-znama-selma-promyka>)

Promyka ichneumon (*Herpestes ichneumon*)

Šelma s třibarevnou ježatou srstí, krátkýma ušima a špičatým ocasem pochází ze subsaharské Afriky a do středomoří byla zavlečena. Je to společenské zvíře žijící v tlupách, nejraději má olivové háje. Za soumraku vyráží lovit drobné obratlovce, její specialitou je rozbíjení vajec ptáků, na kterých si ráda pochutná. Místy je dokonce úmyslně chována, protože dokáže lovit hady (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 210 Světlý les borovice halepské (*Pinus halepensis*) v Maroku. V řídkém podrostu se špatně udržuje podrostní vlhkost, takže zde najdeme hlavně suchomilné jalovce.

Neobvyklým obojživelníkem středomoří je ropuška starostlivá (*Alytes obstetricans*- Obr. 211), kterou poznáme podle toho, že si samečci nosí snůšku vajíček na stehnech. Vajíčka namáčí pravidelně do různých louží, dokud se nezačnou líhnout pulci (Diesener, 1997).



Obr. 211 Ropuška starostlivá (*Alytes obstetricans*) (zdroj:

<https://media0.7x.cz/images/media0:50fe7c751fc33.jpg/Alytes%2520obstetricans.jpg>)



Obr. 212 Křovitá vegetace v pohoří Atlas v severní Africe má vlhčí charakter díky vyšší nadmořské výšce.

Ze středomořských zídek zavítali na stěny lidských obydlí gekoni, např. gekon turecký (*Hemidactylus turcicus*) nebo gekon zední (*Tarentola mauritanica*- Obr. 213). Jejich široké prsty jsou opatřeny lamelovitými přísavkami, výborně se pohybují po stěnách a střepech, kde loví v noci hmyz, takže je často najdeme třeba u osvětlení, kam se slétává dostatek jejich kořisti. V rozpadlých zídkách nebo na kamenech můžeme pozorovat celou řadu ještěrek, např. ještěrku zední (*Podarcis muralis*) a ještěrku zelenou (*Lacerta viridis*), se kterými se setkáme v teplých oblastech i u nás. Jedním z nejběžnějších druhů jihozápadní Francie a Španělska je menší nenápadně zbarvená ještěrka španělská (*Podarcis hispanicus*). Jenda z největších evropských ještěrek je naopak ještěrka perlová (*Timon lepidus*), která je zdejším endemitem a může dorůstat až 60 cm (Diesener, 1997).

Z hadů můžeme vidět třeba užovky. Nejčastější je běžná užovka obojková (*Natrix natrix*), rozšířená po celé Evropě, pro západní středomoří jsou typické užovka iberská (*Zamenis scalaris*- Obr. 214), dorůstající 120 cm nebo užovka maurská (*Natrix maura*- Obr. 215), kterou si lidé díky jejímu vzhledu pletou se zmijí. Tento nápadný had je ale zcela neškodný. Loví hlavně ve vodě, kde se může skrývat na dně tůní. Pro jižní Evropu a severozápadní Afriku je také typická želva bahenní (*Emys orbicularis*), která má nejraději tiché prosluněné tůně lužních lesů. Podle stavby těla a způsobu života se spíše podobá želvám mořským, je dravá (Obr. 216) (Diesener, 1997).



Obr. 123 Gekon zední (*Tarentola mauritanica*) Obr. 216. Želva bahenní (*Emys orbicularis*, zdroj: Pixabay)



Obr. 214 Užovka iberská (*Zamenis scalaris*, zdroj: <http://reptile-database.reptarium.cz/>)

Obr. 215 Užovka maurská (*Natrix maura*, zdroj: <http://reptile-database.reptarium.cz/>)



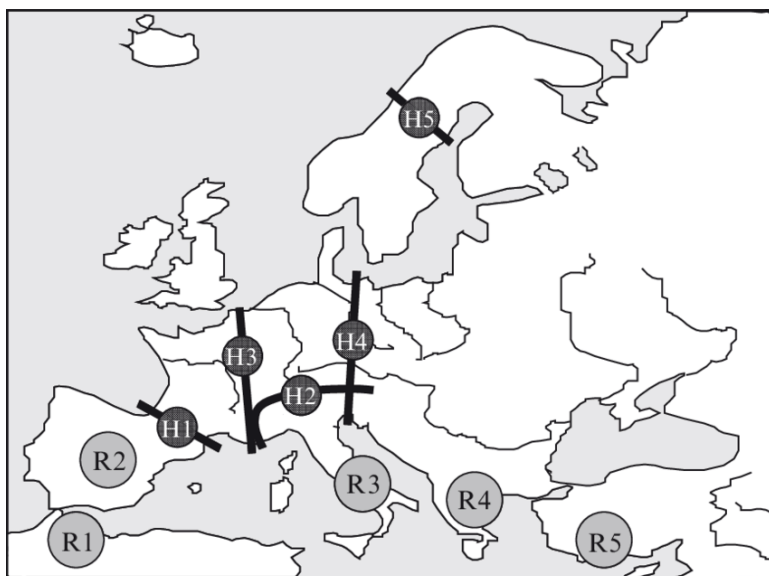
Obr. 216 Makchie v marocké části mediteránu se nijak neliší od té na evropském kontinentu.

Obrovská druhová bohatost středomoří

Mediterrán je druhově nejbohatší částí Evropské biogeografické oblasti a patří mezi 25 oblastí s největší druhovou bohatostí na Zemi (Myers et al., 2000). Žije zde 25 000 druhů rostlin a zhruba 1100 druhů obratlovců, počty druhů bezobratlých živočichů lze vzhledem k malé prozkoumanosti odhadnout jen stěží (zdroj: <https://incomm.org/mediterranean-regions/mediterranean-basin-animals.html>). Celé středomoří obývá velké množství endemitů.

Endemický druh je takový, který se vyskytuje na určitém místě na Zemi a nikde jinde. Může to být endemit celého kontinentu, ale obvykle tímto pojmem myslíme, že se jedná o druh unikátní pro určité malé území. V mediteránu to může být jediné pohoří nebo dokonce izolovaná skála či ostrov. Zde mohl probíhat dlouhý a nepřerušovaný vývoj, až se daný organismus odlišil od svých příbuzných a vytvořil se samostatný druh. Takový druh je pak mnohem víc ohrožen vyhubením než široce rozšířené druhy. (Vié et al., 2009).

Středomořské oblasti byly během ledových dob ovlivněny změnou klimatu nejméně z celé Evropy, nicméně jednotlivé oblasti středomoří zůstaly po tuto dobu izolované od svého okolí. Díky této izolaci zde probíhal dlouhý a ničím nepřerušovaný vývoj organismů. Navíc teplomilné druhy evropského mírného pásu během ledové doby buď vymřely nebo našly ve středomoří svá útočiště tzv. refugia, do kterých se během nepříznivých období stáhly (de Lattin, 1964). Mezi takováto refugia patří jednotlivé středomořské poloostrovy včetně Pyrenejského a také africké pohoří Atlas (Schmitt et Varga, 2012). Po odeznění ledových dob se teplomilné druhy zase šířily zpátky na sever. Zde se často potkávaly s příbuznými druhy, vzniklými dlouhou izolací, s nimiž se znovu křížily a vytvářely tzv. hybridní zóny (Schmitt et Varga, 2012). Tento proces vlastně probíhá pořád.



Obr. 217 Středomořská glaciální refugia (R) a hybridní zóny (H), na nichž se stýkají teplomilné druhy, šířící se v meziledových dobách opět na sever (Schmitt et Varga, 2012)



Obr. 218 Les dubu korkového (*Quercus suber*) nedaleko marockého Rabatu je silně ovlivněný vlhkým atlantickým prouděním a má tedy bujnou podrostní vegetaci.

Člověk v mediteránu

Oblast kolem Středozemního moře patří k oblastem nejdéle vystaveným lidskému vlivu. Někdy bývá nazývána přímo kolébkou lidských dějin. Vystřídala se zde řada kultur. K zásadním změnám docházelo od v 8. tisíciletí př. n. l., kdy člověk začal na předním východě obdělávat půdu a chovat dobytek. Vznikla tak potřeba získávat otevřenou krajinu na úkor lesů. První Evropskou oblastí, kam se zemědělství rozšířilo bylo právě středomoří. Následoval další společenský rozvoj, ke kterému bylo potřeba dřevo. Nejvíce se využívalo dřevo stálezelených dubů, cypřišů a cedrů. Jejich dřevo má jako stavební materiál nejlepší vlastnosti, je tvrdé a hodně vydrží. Používalo se pro stavbu lodí, obydlí, ale i jako palivo (Prach et al., 2009, Zelený, 2012).

Tradiční je ve středomoří také pastevectví. Ovce a kozy jsou domestikovaná zvířata, původem z předního východu. V místních podmínkách se výborně adaptovaly a jako jediná zvířata jsou schopna spásat křovinatou makchii (Obr. 219). Pastevci často přebývali v kamenných chýších, které je chránily před horkem. Ze skromných políček vybíraly kameny a skládaly je do zídek (Obr. 220), které jsou typickou součástí středomořské krajiny (Féher, 2003, Zelený, 2012).



Obr. 220 Středomořské zídky a zbytky pastýřské chýše

Obr. 219 Okusu kozami se neubrání ani ty nejpichlavější křoviny, jakými je jalovec červenoplodý (*Juniperus oxycedrus*)

V současné době však pastevectví a vůbec zemědělské činnosti ze středomoří mizí a většina obyvatel žije z turistiky. To vede k velmi rychlému zarůstání krajiny, která se přestává používat a navštěvovat. Makchii nahrazují místy vzrostlejší dubové nebo borové lesy, prorůstající trnitými liánami, které, na rozdíl od jiných rostlin makchie snesou zástin. Takové lesy jsou prakticky neprůchodné. Mizí cesty, kudy chodili osli a veškerý pohyb se odehrává pouze po silnicích, vybudovaných v průběhu posledních padesáti let. Nejúrodnější plochy, kde se dříve pěstovalo obilí, se dnes využívají k pěstování komerčně nejlépe využitelné vinné révy a oliv, což jsou plodiny, které se dříve pěstovaly na špatně přístupných svazích. Ty dnes leží ladem (Féher, 2003, Zelený, 2012).



Obr. 221 Cedrový les (*Cedrus atlantica*) v nejvyšších polohách afrického pohoří Atlas je většinou vypasený dobyt看em.

Domy ve středomoří jsou i v dnešní době kamenné, opatřené tmavými okenicemi (Obr. 222 a 223), aby se uvnitř domu udržela příjemná teplota i přes horkou část dne. Ve městech jsou důležité úzké uličky, do kterých nedopadne sluneční svit. Venkovské domky mívají často i dobře izolující kamenné střechy (Demek et al., 1997).



Obr. 222 Domy v mediteránu se zavřenými okenicemi proti horku (zdroj: Pixabay)

Obr. 223 Domy v mediteránu s charakteristickou kamennou střechou

Důležitou dovedností bylo v mediteránu zachycování dešťové vody. Řada oblastí totiž nemá v létě tekoucí vodu, říčky a potoky vyschnou. Je tedy nutno si uschovat vodu, která napršela v zimě do zásoby. Za tímto účelem se využíval skalnatý terén s prohlubněmi, které byly často uměle dozděny nebo zastřešeny (Obr. 224). Dešťová voda zde vydržela po celý rok. Podobné nádrže se na řadě míst používají dodnes (Féher, 2003). V době nedostatku vody ve střední Evropě bychom se těmito starými dovednostmi měli inspirovat.



Obr. 224 Nádrž na vodu



Obr. 225 Přechod k polopoušti, sušší typ makchie v Maroku. Vegetaci ovlivňuje skalnatý rozpálený povrch.

Pásma pouští a polopouští

Na Zemi neexistuje místo, které by bylo bez života, proto je pojem „poušť“ od slova pustý (stejně tak i v angličtině – „desert“) tak trochu zavádějící (Jeník, 1995). Je ale zřejmé, že rozmanitost druhů, ale i jejich množství, zde bude nižší než ve vlhčích oblastech. Flóra i fauna pouště je totiž jednoznačně omezená suchem a mottem pouště by tak mohlo být: „šetři s vodou“.

Tento biotop spjatý se subtropickým a tropickým pásmem se nachází na severní i jižní polokouli mezi 15.-35. rovnoběžkou, toto rozmezí je ale pouze přibližné. Na evropském kontinentě pouště zastoupené nejsou (Hendrych, 1984). Zonální pouště tohoto klimatického pásma jsou horké, ale pouště se mohou vytvořit i azonálně na místech, kde je obecně nedostatek vody. Známe tedy i kontinentální pouště ve vnitřní Asii nebo mrazové arktické pouště, tedy pouště chladné.

Zde se budeme zabývat biotem zonální pouště – africkou Saharou, což je pro řadu lidí i jakési synonymum pouště. Přírodním zakončením našeho gradientu tedy není moře, (Gibaltarská úžina, která dělí Evropu od Afriky je z hlediska možné geografické bariéry spíše srovnatelná s řekou), ale právě Sahara. Jak už jsme uvedli výše, severní část Afrického kontinentu patří z biogeografického hlediska k Evropě. Její flóra ani fauna se zde nemění skokově, ale stejně plynule jako v předcházející části gradientu. K dramatické výměně druhů dochází až jižně od Sahary, kde už z biogeografického hlediska začíná zcela jiná Etiopská biogeografická oblast (Lomolino, 2005).

Tabulka 5. Klimatické vymezení pouští a polopouští (upraveno podle Horník et al., 1986)

Průměrná roční teplota	28-33 °C
Průměrná teplota nejteplejšího měsíce a nejstudenějšího měsíce	30 až 34 °C 13 až 15 °C
Průměrný roční srážkový úhrn	200-500 mm



Obr. 226 Severní okraj Sahary v Maroku. Ostrůvek vegetace s topoly na okraji vysychající řeky.

Poušť Sahara

Sahara představuje rozsáhlou bariéru, která brání šíření druhů a migracím severojižním směrem a odděluje tak dvě zcela odlišné biogeografické oblasti. Bariérou není ale jen obrovský kus vyprahlé země mezi nimi, ale i chod klimatu. Severní Afrika má z části mediteránní klima-v zimě prší a v létě je sucho (Obr. 227). Naopak na jih od Sahary je už tropický klimatický režim, kdy je v zimě sucho a v létě přicházejí deštivé monzuny. Poušť přechází v savany přes tzv. pás sahelu (Pokorný, 2016).

Sahara je s rozlohou 9 milionů km² největší pouští světa. Zároveň se jedná i o poušť nejsušší a nejteplejší. Většina Sahary leží podél obratníku Raka, tedy v oblasti s nejintenzivnějším slunečním zářením na severní polokouli (Horník et al., 1986).

Sahara je v neustálém pohybu, zvětšuje se i zmenšuje, a to díky klimatickým změnám během čtvrtohorního klimatického cyklu, ale i drobnějším klimatickým změnám v současné době meziledové (Pokorný, 2016).

Africký sahel je pás na pomezí pouště a savany, táhnoucí se v nejširším místě napříč Afrikou od Senegalu na pobřeží Atlantiku přes Mauretánii, Mali, Čad a Sudán až po Eritreu na pobřeží Rudého moře. Umožňuje díky značně podobným klimatickým podmínkám šíření druhů napříč Afrikou, tedy směrem západovýchodním. Není proto divu, že právě tudy došlo k šíření základních zemědělských plodin africkým kontinentem. Dodnes je tento pás využíván k intenzivnímu zemědělství a pastevectví a jedná se tedy o výrazně kulturní krajinu (Pokorný, 2016).



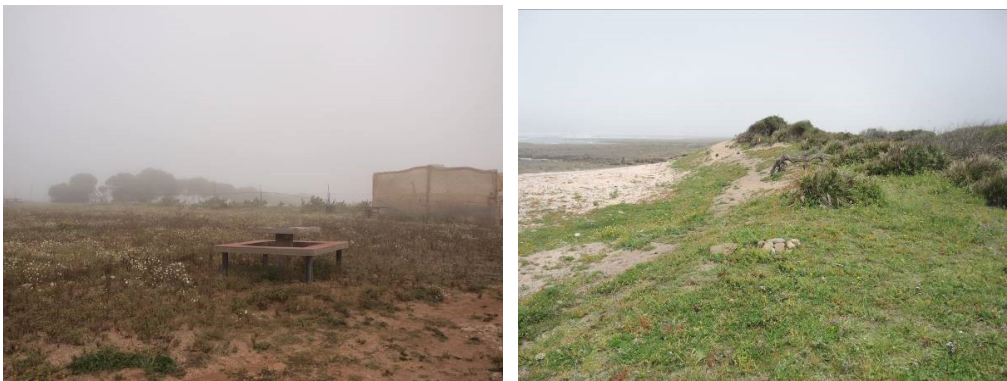
Obr. 227 Dohořívající keř. Kvůli velkému suchu se o zde setkáme s přirozenými požáry. Popel poskytne živiny semenům shořelé rostliny.



Obr. 228 Ostrůvky palem na severním okraji Sahary v Maroku využívají i ty nejmenší rozdíly ve vlhkosti kamenitého substrátu. Na sypkých svazích už nepřežijí.

Pouštní klima

I když je Sahara suchou pouští, je ovlivněna severozápadními větry z Atlantského oceánu (Obr. 229), které přinášejí na severní pobřeží Afriky srážky. Tyto srážky se ovšem při kontaktu s horkým a suchým saharským vzduchem rychle vypaří, a to v překvapivě úzkém pobřežním pásu 10-30 km (Obr. 230), za nímž je ostrý přechod do vyprahlé pouště (Prach et al., 2009).



Obr. 229 Proudění vlhkého vzduchu z Atlantického oceánu vytváří mlhu. Obr. 230 Zelený pás na atlantickém pobřeží Maroka. O pět kilometrů východněji už je poušť.

Pouštní klima je charakteristické hlavně tím, že výpar vody ze zemského povrchu výrazně převyšuje množství ročních srážek. Průměrné roční srážky jsou v pouštních oblastech často pod 200 mm a není výjimkou, že neprší třeba několik let. Když už prší, tak nejvíce v zimě (Prach et al., 2009). Pro pouštní klima jsou typické velké rozdíly teplot mezi dnem a nocí, na některých místech může být rozdíl až 50 °C. Přes noc občas mrzne a přes den se může teplota vyšplhat až k 70 °C (Jeník, 1995). Takové prudké střídání teplot vede k nerovnoměrnému rozpínání jednotlivých součástí hornin a tím k rozpraskávání zemského povrchu a jeho drobení. Rozpraskaný povrch pak lépe a do větší hloubky vysychá a je náchylnější k větrné erozi. Tento materiál je odnášen či posouván větrem a ukládán někdy až desítky tisíc kilometrů daleko (Obr. 231). Písek ze Sahary může zalétnout při vhodných povětrnostních podmínkách až do České republiky (Jeník, 1995).



Obr. 231 V poušti nenajdeme půdy, ale jemně sedimentované vrstvičky písku

Obr. 232 Pohyblivé písečné duny



Obr. 233 Keře tamaryšků rostou na severní Sahaře, kde nejsou pohyblivé duny.

Nafoukaná zrnka kamínků, písku i prachu mohou vytvářet vysoké pohyblivé duny (Obr. 232). Na nich se pak prakticky nemůže uchytit žádná vegetace. Z těchto důvodů půdy, jak je známe, zpravidla nebývají v pouštích vytvořené (Jeník, 1995).

Podle typu obnaženého povrchu a velikosti částic rozlišujeme různé druhy pouští.

Hamada je skalnatá plošina s útesy a s kameny, na které není moc větrem přenositelného materiálu (Obr. 234). *Serir* je poušť, ve které se kamenitý povrch mísí s písčítým, takže se ještě místy mohou uchytit rostliny (Obr. 235). *Erg* jsou čistě písčné pouště s písčnými dunami, kde už se pouštní vegetace jen těžko uchytí (Obr. 236). Zvláštní druh jsou *pouště slané*, vytvořené kolem solných jezer v pánvích nebo při pobřeží (Jeník, 1995).



Obr. 234 *Hamada* – kamenitá poušť



Obr. 235 *Serir* – písčito kamenitá poušť



Obr. 236 *Erg* – písčitá poušť



Obr. 237 Předěl štěrkovitý a písčité Sahary. Zatímco větší štěrk tak snadno nepodléhá erozi a udrží se na něm trsy rostlin, na písčných dunách už se vegetace neudrží.

Flóra Sahary

Ve všech typech pouští je vegetační pokryv velmi malý a směrem do středu pouští postupně mizí úplně (Hendrych, 1984). Vyprahlé srdce pouště je tedy ta pravá bariéra pro šíření rostlin i živočichů.

Rostliny, které tu vydrží, musí být dobře přizpůsobené dlouhému období sucha. To může trvat i více let. Zejména se tu daří efemérním druhům (Obr. 238) (Hendrych, 1984).

Efemerní druh rostliny má životní cyklus zkrácen do velmi krátkého úseku po deštích, ve kterém rostlina naroste, vykvete, vyplodí a hned na to usychá. Tento cyklus může trvat někdy jen pár dní. Nepříznivé období pak rostliny přečkávají v podobě semen, cibulek nebo hlíz ukrytých hluboko v písku (Procházka, 1998).



Obr. 238 *Reboudia erucarioides* – pouštní efemer z čeledi Brassicaceae

Obr. 239 *Convolvulus trautmanianus* – příbuzný našeho svažce s prakticky bezlistými trnitými větvíčkami

Víceleté rostliny se na suchu musely adaptovat jinými způsoby. Časté jsou sukulentní rostliny, které jsou schopné uchovávat zásobu vody ve svých pletivech (Obr. 240). Omezují svou transpiraci ve dne a vodu shromažďují do zásoby ve zdužnatělých listech. Některé rostliny, zejména sukulenty z čeledi tučnolistých, se přizpůsobují suchu tím, že mají speciální, tzv. CAM fotosyntézu (*Crassulacean acid metabolism* = metabolismus kyselin u tučnolistých *Crassulaceae*). Tyto rostliny otevírají průduchy pouze v noci. Tento způsob fixace oxidu uhličitého umožňuje vyměňovat plyny s okolím při minimální ztrátě tekutin. (Procházka, 1998).



Obr. 240 Sukulent z čeledi tučnolistých (*Crassulaceae*)

Obr. 241 Rozkvetlá poušť: poloparazitická rostlina *Cistanche* sp. z čeledi *Orobanchaceae* nemá zelené listy, ale rozkvétá velkými květenstvími žlutých květů; červeně kvetoucí bylina je *Rumex papilio*.

Některé pouštní rostliny mají velmi dlouhé kořeny (např. tamaryšek nebo chvojník) dosahující do hloubek, kde mohou čerpat ze zdrojů podzemní vody. I když to zní překvapivě, Sahara má velmi bohaté zdroje podzemní vody (Pokorný, 2016).

Některé rostliny zcela redukovaly své listy a jejich funkci přebral stonek (Obr. 239). Extrémním příkladem takové adaptace jsou americké kaktusy a jim velmi podobné, ale nepříbuzné, africké pryšce (Hendrych, 1984; Horník et al., 1986).

Vegetaci nacházíme rozptýleně (Obr. 241), zejména v různých dolících nebo rýhách, kde se udržuje více vlhkosti nebo podél *vádí*, vyschlých údolí řek, které tečou jen po deštích (Obr. 242).



Obr. 242 *Vádí* s vysychající vodou

Nejbohatší vegetace je v oblasti *oáz*, které vznikají kolem zdroje vody vystupující na povrch. Vlastnit oázu a palmou datlovou (*Phoenix dactylifera*) je ve zdejších krajích ukazatelem bohatství (Obr. 244) (Horník et al., 1986; Pokorný, 2016).



Obr. 243 Oáza v kaňonu v poušti



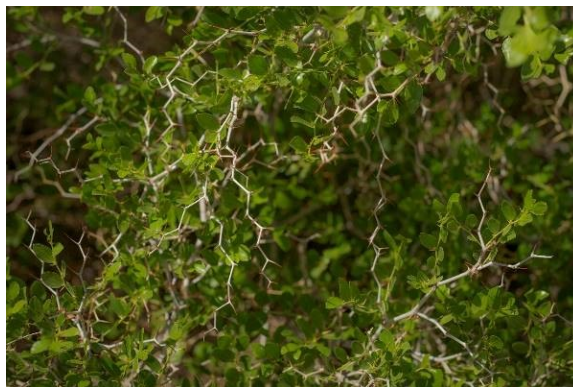
Obr. 244 Datlovník pravý (*Phoenix dactylifera*)

Palma datlová, botanicky datlovník pravý (*Phoenix dactylifera*) snese zavlažování nekvalitní, vysoce zasolenou vodou. Její plody jsou datle, základ obživy v oblastech Předního východu a severní Afriky. Z datlí, které jsou vysoce výživné se vyrábí řada pokrmů a nápojů, tvrdá semena se drtí na moučku pro domácí zvířata. Používají se ale i ostatní části rostliny, např. listové pupeny se konzumují jako tzv. palmové zelí, z listů se pletou rohože, z vláken řapíků se dělají provazy, květní laty se používají na výrobu košťat a existuje ještě mnoho dalších využití tohoto stromu. I když si své stromy majitelé pečlivě střeží a dědí je z generace na generaci, platí zde zvykové právo, díky kterému si kolemjdoucí může utrhnout libovolné množství plodů ovšem jen pro svou okamžitou spotřebu (Pokorný, 2016).

V **polopouštích**, které pouště obklopují je situace pro život organismů příznivější, najdeme tu ostrůvkovitou vegetaci (Obr. 245), kromě sukulentů také trsnaté traviny nebo i zakrslé stromy a keře (Obr. 246) Rozlišit ale přesně okraj pouště od polopouště je asi nemožné.



Obr. 245 Hustý keřík tvořící ostrůvkovitou vegetaci



Obr. 246 *Ziziphus lotus* – opadavý keř s trnitými větvemi

Fauna Sahary

Všechny organismy jsou vystaveny mimořádnému horku nejen v podobě přímých slunečních paprsků ale i rozžhaveného povrchu písku, a tak se jejich těla rychle přehřívají. Před denním žářem je možné se ukrýt do oáz. V oázách se třeba vzácně najdou izolovaně žijící staří krokodýli, jejichž výskyt zde je pozůstatkem příznivějšího klimatu (Pokorný, 2016). Jinak se ale živočichové musejí vypořádat se smrtícími denními teplotami. Mohou se zahrabat hluboko do písku nebo využívat různé skalní praskliny, sahající často hluboko pod zem. V každém případě jsou pouštní živočichové obvykle aktivní v noci (Jeník, 1995).

Příkladem nočních bezobratlých jsou třeba pouštní štíři. Největší severoafrický druh je štír amoureuxův (*Androctonus amoreuxi*), dorůstající 13 cm, jehož bodnutí může být nebezpečné, protože se proti němu nevyrábí sérum (Obr. 247). Existují ale i bezobratlí, kteří se přizpůsobili životu ve dne, např. pouštní střevláci či potměníci (Obr. 248) či mravenci. Mají často světlý povrch těla, který odráží sluneční paprsky, dlouhé nohy, které je udržují nad rozpáleným pískem a vydrží teploty přes 50 °C (Pokorný, 2016).



Obr. 247 Štír amorexův (*Androctonus amoreuxi*, zdroj: Wikipedia)

Obr. 248 Pouštní potěmník s dlouhýma nohama se písku sotva dotýká

V důsledku stálého horka se u většiny zde žijících obratlovců vyvinulo regulování tělesné teploty pomocí různých mechanismů. Většina zde žijících živočichů má světlou barvu těla odrážející sluneční paprsky, dlouhé končetiny na bázi izolované hustou srstí, velké uši umožňující rychlý výdej tepla apod. Takovými živočichy jsou třeba pouštní liška (*Vulpes rueppellii*) nebo fenek berberský (*Vulpes zerda*- Obr. 249). Májí veliké uši, kterými se rychle zbavují přebytečného tepla odparem a hustou srst na nohách, jako bačkorky chránící před rozpáleným pískem. Zajímavým nočním živočichem je tarbík egyptský (*Jaculus jaculus*-Obr. 250) (Horník et al.,1986).

Tarbík egyptský (*Jaculus jaculus*) je malý hlodavec se žlutě pískovou nebo šedavou srstí dobře přizpůsobený pouštnímu prostředí. Třeba chloupky v nose zadržují vlhkost při dýchání. V písku si vyhrabává hluboké nory, se dvěma vchody, které jsou přes léto otevřené a přes zimu uzavřené, přečkává v nich horko a aktivuje v noci. Nepije, živí se semeny a hmyzem. Po písku se pohybují charakteristickým skákáním, při hledání potravy urazí až 10 km (Aulagnier et al., 2018).



Obr. 249 Fenek berberský (*Vulpes zerda*, zdroj: Pixabay)



Obr. 250 Tarbík egyptský (*Jaculus jaculus*, zdroj: <https://www.biolib.cz/cz/image/id249335/>)

Pouštním podmínkám se asi nejlépe ze všech živočichů přizpůsobili plazi. V oblasti Sahary jich žije asi 100 druhů (Jeník, 1995) např. dosti agresivní varan pustinný (*Varanus griseus*) se dokáže stejně dobře zahrabat hluboko do země, jako šplhat do výšky, hladký scink obecný (*Scincus scincus*, Obr. 251) zase „plave“ po písku vlnivým pohybem za pomoci svých krátkých nožiček nebo zmije rohatá (*Cerastes cerastes*- Obr. 252), noční lovec trávící většinu času zahrabaný v písku a číhající na svou kořist (Diesener, 1997).



Obr. 251 Scink obecný (*Scincus scincus*, zdroj: Wikipedia)



Obr. 252 Zmije rohatá (*Cerastes cerastes*, zdroj: <http://www.chovzvrat.cz/zvire/515-zmije-rohata/>)

Dokonalé hospodaření s vodou se vyvinulo u velkých savců, nejznámější je nejspíše u velbloudů.

Velbloudi patří spolu s lamami do čeledi velbloudovití (*Camelidae*). Rod velbloud má 2 druhy, velbloud jednohrbý neboli dromedár (*Camellus dromedarius*) a velbloud dvouhrbý (*Camellus bactrianus*). V severní Africe se setkáme s dromedárem, který byl domestikován pravděpodobně v jihovýchodní Asii pro své unikátní schopnosti odolávat poušti. Mezi tyto schopnosti patří zejména překonávání velkých vzdáleností bez velkých nároků na vodu a potravu. Bez potravy vydrží až 40 dní, bez vody až 8 dní. Mají vyvinutou rovnováhu mezi příjmem vody a jejím uvolňováním, jsou schopni získávat metabolickou vodu z tkání rozkladem zásobních tuků. Ztrátám vody také zabraňují více koncentrovanou močí. Dalšími přizpůsobeními jsou široká kopýtka, která se neboří do písku, dlouhé řasy, které chrání oči před zvířeným pískem, ale zejména schopnost uchovávat si zásoby tuku ve svých hrbech. Divoká forma velblouda už neexistuje, odhaduje se, že poslední divocí velbloudi vymřeli před dvěma tisíci lety. Některé formy jsou chované na maso a mléko (Wardeh, 2004).

V pouštích a polopouštích žijí volně některé ohrožené druhy gazel, třeba gazela dorkas (*Gazella dorcas*). Tato gazela se nemusí po celý život napít a když prchá před predátorem či lovci dokáže vyvinout rychlost téměř 100 km v hodině (zdroj: <https://www.iucnredlist.org/species/8972/50186909>, Aulagnier et al., 2018).

Člověk v poušti a polopoušti

Člověk není adaptován na pouštní klima, protože musí pravidelně přijímat vodu, které je tu trvalý nedostatek, proto se národy vždy usazovaly pouze na okrajích pouští nebo ve větších oázách u zdroje vody. Po pouštích se pohybují pouze nomádské kmeny, tedy lidé, kteří nežijí usedle, např. původní berbeři nebo arabští beduíni (Pokorný, 2016).

Člověk přispívá k rozšiřování pouště svým hospodařením na okrajích, dochází k tzv. dezertifikaci, tedy erozi půdy kvůli nadměrnému zemědělství (Jeník, 1995). Je těžké si představit, že před 5000 lety byla Sahara z velké části stromovitou šťavnatou savanou, jak dosvědčují paleontologické nálezy i kresby na skalách v poušti. Klimatické změny tak v

kombinaci s pastevectvím a výše zmíněnou dezertifikací, způsobují místy rozrůstání pouště (Jeník, 1995; Pokorný, 2016).

Typické pouštní vesnice jsou postavené z hlíny nebo kamení, mají silné zdi a jsou částečně zahloubené do země, aby poskytovaly co nejvíce chladu a stínu. Světlo dovnitř proniká pouze malými úzkými průduchy bez okenic. (zdroj: https://www.idnes.cz/cestovani/kolem-sveta/napric-mesicni-krajinou-berberu.A041215_171319_igsvet_tom).



Obr. 253 Typické pouštní stavby



Obr. 254 Pouštní vesnice

3.2 Náměty na využití příručky ve výuce

V této diplomové práci jsem se snažila především vytvořit ucelenou příručku o biomech Evropy, která by mohla sloužit pedagogům a studentům ve výuce zeměpisu a biologie.

Základem této příručky jsou profilové fotografie lokalit, pořízených s rozestupy cca 50 kilometrů. Hlavním cílem bylo ukázat studentům pomocí těchto profilových fotografií a doprovodného textu, jak se mění krajina v západní Evropě od severu na jih. Pokud si čtenář příručkou jednoduše zalistuje, uvidí, jak se krajina postupně mění, jak jeden biom přechází plynule v druhý. S textem příručky se dá kreativně pracovat i s jako doplňující literaturou při výuce botaniky nebo zoologie v biologii nebo klimatických pásů a biomů v zeměpise.

V rámci této kapitoly bylo navrženo několik příkladů, jak by se dala příručka využít především ve výuce na střední škole a víceletých gymnáziích, ale po určitých úpravách mohou být aplikovány i pro vzdělání základní, tedy hlavně pro 2. stupeň základních škol. Jedná se pouze o náměty, jak by mohly hodiny vypadat. Náměty mohou sloužit jako inspirace pro pedagogy k přípravě konkrétních vyučovacích hodin na téma biomy Evropy nebo souvisejících témat, kterých se příručka týká a lze je libovolně upravit podle konkrétních možností pedagogů, studentů a škol.

Biomy Evropy v rámci RVP

V nejširším slova smyslu pracuje příručka s pojmem krajina, který je v rámci kurikula, tedy Rámcově vzdělávacího programu pro gymnázia (dále jen RVP G) ukotven ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Pojem krajina se objevuje ve dvou vzdělávacích oborech této oblasti, v předmětech biologie a zeměpis.

S pojmem krajina se v zeměpisu setkáme ve dvou tematických celcích: Přírodní prostředí a Životní prostředí. V biologii se pojem krajina objevuje ve třech tematických celcích: Biologie rostlin, Biologie živočichů a v Ekologii.

Téma krajina je také důležitou součástí průřezového tématu Environmentální výchova (Balada et al. RVP G, 2007).

Učivo v zeměpise:

Biotická složka krajiny, a tedy i biomy Evropy jsou součástí tematického celku Přírodní prostředí. Ten obsahuje učivo o fyzickogeografické sféře naší Země. Téma biomy světa je očekávaným výstupem tohoto celku. „Student má rozlišit jednotlivé biomy světa, složky a prvky fyzickogeografické sféry a rozpoznat vztahy mezi nimi.“ V tematickém celku Životní prostředí má student rozlišit různé typy krajiny a působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí (Balada et al. RVP G, 2007).

Učivo v biologii:

Pro ucelené pochopení tématu o biomech je důležité se věnovat i organismům, kteří v nich žijí, těmi se zabývá předmět biologie.

V tematickém celku Biologie rostlin se má student seznámit s učivem o rostlinách a prostředí, součástí toho je i pochopit různé rostlinné adaptace. V tematickém celku Biologie živočichů máme obdobné učivo o živočiších a prostředí, student má pochopit ekologické nároky na prostředí, ve kterém žijí. Některá témata jsou i v tematickém celku Ekologie, kdy má žák pochopit základní ekologické vztahy v rámci výuky o biosféře (Balada et al RVP G., 2007).

Učivo v rámci průřezového tématu Environmentální výchova:

Téma krajiny, vztahy organismů s prostředím a vliv člověka na životní prostředí je také součástí průřezového tématu Environmentální výchova. Mezi očekávané výstupy tohoto průřezového tématu patří přijetí zodpovědnosti člověka za změny v přírodě. Dochází tak k rozvoji klíčových kompetencí v oblasti změny postojů a hodnot. Student se učí propojit si znalosti z různých vzdělávacích oblastí a vytvořit si názor na různé ekologické problémy, rozvíjí se tak i kompetence v oblasti vědomostí, dovedností a schopností (Balada et al RVP G., 2007).

Biologie nebo zeměpis, přírodovědecko-zeměpisný seminář

V jakém předmětu se má vlastně o biomech Evropy vyučovat?

Z výše zmíněného přehledu by téma bylo vhodné zařadit do předmětu zeměpis, ale pohled biologa je také velmi důležitý a neopomenutelný. Dalším hlediskem je časová organizace. Pedagog si musí nejprve ujasnit, zda chce studentům předat učivo o biomech komplexně, tedy zda má dostatek času vytvořit např. volitelný celoroční seminář, více denní či více týdenní projekt nebo, zda má času méně a příručku by využil pro předání dílčích poznatků. Studenti mohou příručku využít jako zdroj informací pro vytvoření výzkumných otázek pro svůj projekt nebo např. pro badatelsky orientované vyučování.

Výuku si lze představit jako volitelný přírodovědecko-zeměpisný seminář na téma biomy Evropy, popř. projekt vedený tzv. tandemovou výukou. Seminář by mohl být celoroční a jeho součástí by bylo více témat společných předmětům biologie a zeměpis. Tandemová výuka patří mezi aktivizační výukové metody a je řazena do podkategorie specifických metod spolu s metodou diskusní či inscenační (Maňák a Švec, 2003). Tímto způsobem vedou výuku dva pedagogové, v tomto případě pedagog biologie a zeměpisu, kteří se předem domluví a vymyslí spolu koncept dané vyučovací hodiny. Ve vyučovací hodině se pak ve výkladu postupně střídají a vhodně se doplňují. Tyto výukové útvary patří do kategorie frontální výuky, kdy žáci vystupují v hodině spíše pasivně (Maňák a Švec, 2003). Příručka *Od severu na jih* by tak sloužila pedagogovi jako podklad pro zpracování daného semináře.

Náměty využití příručky *Od severu na jih*: Obrazový atlas zonálních habitatů atlantické Evropy ve výuce

Je zajímavé využít příručku jak pro pedagogy, tak i jako literaturu pro studenty, kteří v ní budou hledat určité informace, pracovat s textem a s obrázky nebo vytvářet výzkumné otázky v aktivizačně vedené výuce a dát tak žákům možnost se do výuky více zapojit.

U jednotlivých námětů se pokusím uvést výukové cíle, pomůcky a odhad časové náročnosti včetně příkladů různých internetových zdrojů a literatury. Jednotlivé výukové metody a formy je možné mezi sebou vhodně kombinovat, podle aktuálních potřeb pedagoga.

Konečné použití příslušné příručky je především na zvážení pedagoga s přihlédnutím ke kontextu a struktuře vyučovací hodiny, stanovených cílů a časové dotaci.

3.2.1 Expertní skupiny - konference na téma biomy Evropy

Expertní skupiny patří mezi metody kritického myšlení, které může být také nazýváno skládankovou formou vyučování (Čapek, 2015) Touto metodou se studenti učí navzájem, pedagog vystupuje jako poradce a koordinátor vyučovací hodiny.

Anotace:

Experti by měli za úkol pracovat s příručkou Od severu na jih. Experti by měli podle své profese nastudovat danou problematiku o biomech a následně jí vysvětlit své domovské skupince. Výstupem by poté byl skupinovou vytvořený a odpřednášený referát ve formě Power-pointové prezentace nebo studenty vytvořený poster (velký konferenční plakát).

Výukové metody: inscenační metoda – hra v rolích vědců, skupinová výuka – studenti pracují ve skupinách na společném problému (zpracovat a interpretovat text, aktivně naslouchat ostatním), dovednostně-praktická výuka – zapojení grafické a výtvarné činnosti

Časová náročnost:

Expertní skupiny – 2 vyučovací hodiny

Tvorba prezentace/ posteru – 2 vyučovací hodiny

Konference – 2 vyučovací hodiny

Cíle: rozvoj klíčových kompetencí zejména:

- kompetence k učení – studenti si upevní nové znalosti o biomech Evropy, pracují s odbornou literaturou
- kompetence komunikativní a sociální a personální– studenti se učí navzájem, společně vyrábí prezentaci/poster, prezentují prezentaci/poster na konferenci, a tak si nacvičují kultivovaný projev

Pomůcky: brožura Od severu na jih, počítač, program MS Power-point, Fyzickogeografická mapa Evropy, zápisky žáků, odborná literatura (viz. seznam literatury pro náměty), archy vel. A0 (5krát), výtvarné potřeby (lepidlo, nůžky, pastelky, fixy apod.)

Popis možného průběhu výuky: Pedagog studenty- vědce (studenti se stanou vědci) pozve na konferenci (např. studenti dostanou pozvánky na konferenci) o biomech Evropy. Na tuto konferenci je ovšem nutné se připravit a nastudovat odbornou literaturu.

1. Studenti by si rozdělili expertní funkce, se kterými se pojí konkrétní problematika a zahráli si tak na vědce: geograf (klimato-geografické podmínky), botanik (charakteristika flóry), zoolog (charakteristika fauny), ekolog (vliv člověka na daný biom). Domovskou skupinou je pro žáka konkrétní biom (tedy tundra, tajga, smíšené lesy, mediterán nebo poušť) a expertní skupinou je daná profese.

Příklad: Pokud by se jednalo o třídu s 20 studenty, rozdělila bych je do pěti skupin (podle pěti biomů) po čtyřech studentech. Rozdělení do skupin je možné např. pomocí kartiček s názvem konkrétního biomu a profese. Např. student si vylosuje kartičku s názvy tundra – botanik. Jeho domovskou skupinou je tundra, expertní skupinou bude tým botaniků.

2.Expertní skupiny: Vědci by se sešli před konferencí ve výzkumném ústavu (např. počítačová učebna) a zde by v jednotlivých expertních skupinách studovali literaturu a další informační zdroje o své problematice (každý vědec studuje své téma podle profese). Po prostudování literatury mají za úkol informovat o nově nabitých vědomostech svou domovskou skupinu.

4.Tvorba prezentace/posteru: Poté by v domovské skupině vytvořili společnou prezentaci s charakteristikou konkrétního biomu. Atraktivnější by pro studenty mohla být varianta, kdy místo prezentace vytvoří společný poster o konkrétním biomu. Po prostudování a přípravě může následovat samotná konference.

5.Konference: Vědci by na konferenci poukázali na zajímavosti daného biomu formou prezentace nebo posteru a lákali by ostatní vědce pro navštívení jejich biomu. Po každé prezentaci by následovaly dotazy od ostatních vědců z pléna. Učitel na konferenci vystupuje jako moderátor, uvádí jednotlivé skupiny a pouze usměřňuje.

3.2.1 Exkurze do zoologické zahrady

Exkurze patří mezi organizační formy výuky, které se konají mimo školním prostředím (Průcha, 2006). Exkurze studenty motivují, hlavně díky skutečnosti, že do učení vstupuje realita. Ukazují význam naučených poznatků a jejich možné využití v reálném životě (rozvíjí tak profesní orientaci žáků), čímž posilují zájem a motivaci žáků o daný předmět (Skalková, 2007)

Anotace: Na exkurzi by žáci měli možnost pozorovat některé živočichy, o kterých se učili v semináři nebo v hodinách o biomech Evropy. Pedagog může zařadit exkurzi jako opakování nebo naopak jako motivaci před probíraným tématem. Exkurze by mohla vhodně doplnit i učivo o biomech v zeměpise nebo učivo o živočiších a prostředí v biologii. Příručka by pak sloužila jako doporučená literatura pro rozšíření znalostí o biomech Evropy.

Exkurzi bych zaměřila na evropské živočichy. V Praze je možné navštívit např. Zoo Praha, která je největší zoologickou zahradou u nás a má zároveň i nejvíce druhů živočichů obývajících různé biomy, které mohou žáci mezi sebou porovnávat.

Pokud by se exkurze konala v Zoo Praha, je zde možné pozorovat tyto živočichy zmíněné v mé příručce: sob, medvěd lední, jeřáb popelavý – tundra, los evropský- tajga, jezek západní, jezevec lesní, vlk obecný, zubr evropský- smíšené lesy, různé druhy ještěrek, gekonů, užovek, varanů, zmijí, želv – mediterán, fenek, velbloud dvouhrbý – pouště a polopouště

Vybrala bych vždy jednoho živočicha jako modelový organismus, na kterém je možné vypořádat adaptace k určitému prostředí (např. soba z tundry, losa evropského z tajgy, jezevce lesního ze smíšených lesů, ještěrku zelenou ze středomoří a fenka z pouští). Studenti by měli za úkol pozorovat daného živočicha a úpravu jeho výběhu, zakreslit a popsat jeho adaptace k danému prostředí.

Výukové metody: názorně-demonstrační metoda - pozorování živočichů, práce s obrazem, grafická a výtvarná činnost

Časová náročnost: jednodenní exkurze do Zoo (cca 6 vyučovacích hodiny s přestávkami)

Cíle: rozvíjení kompetence k řešení problémů-studenti si ověří své znalosti o některých živočiších z biomů Evropy v praxi a na základě jejich přímého pozorování vytvoří vlastní zápis a nákres jednotlivých živočichů a jejich adaptací k prostředí

Pomůcky: příručka Od severu na jih, kancelářské papíry, výtvarné potřeby (lepidlo, nůžky, pastelky, fixy apod.)

Popis možného průběhu exkurze:

1. Pedagog by se studenty postupně obešel všechny pavilony s modelovými živočichy (např. soba z tundry, losa evropského z tajgy, jezevce lesního ze smíšených lesů, ještěrku zelenou ze středomoří a fenka z pouští). Studenti by živočichy pozorovali, každé po dobu 15 - 30 minut (podle aktivity daného zvířete).

2. Měli by za úkol sledovat změny v jejich chování (např. péče o srst, přijímání potravy, spánek). Na papír by pak zapsali změny chování, zakreslili morfologii (stavbu těla živočichů) a zkusili odvodit nějaké adaptace k prostředí, ve kterém konkrétní živočich skutečně žije. Pedagog vystupuje jako průvodce a pokud je potřeba, zodpovídá dotazy studentů. Studenti tak získají 5 pracovních listů o 5 živočiších, které si pedagog na konci exkurze vybere.

3. V následující hodině bude následovat diskuse (rozbor získaných informací, srovnání jednotlivých živočichů mezi sebou, vyhodnocení toho, jak se živočichové chovali). Pracovní listy slouží studentům jako zápis z hodiny. Po společném zhodnocení a diskuzi si studenti mohou do pracovních listů doplnit některé informace.

Další tipy na průběh exkurze: Zoo Praha má také širokou nabídku výukových programů a prohlídek s průvodcem, které si škola může objednat. Tématu o evropských biomech se týkají prohlídky: savci, ptáci, šelmy, kopytníci nebo plazi. Studenti pozorují živočichy v pavilonech a průvodce povídá o zajímavostech těchto živočichů (zdroj: <https://www.zoopraha.cz/skoly-a-deti/pro-skoly/7186-nabidka-pro-skoly-2017-2018>).

S tématem biomů souvisí také výukový program s názvem: Srst, peří a šupiny inspirovaný badatelsky orientovanou hodinou se stejným názvem (Votápková, 2013), na kterém si žáci mohou přímo osahat různé tělní povrchy živočichů (živých jedinců i různých kožišin savců či svleček plazů apod.). Exkurzi lze také samozřejmě uskutečnit do botanické zahrady (např.

Botanická zahrada Troja nebo Botanická zahrada PřF UK) a pozorovat rostlinné adaptace k prostředí (např. pozorování rostlin z různými druhy listů viz BOV)

3.2.2 Experiment - Badatelsky orientované vyučování (BOV)

Některé pojmy a jevy (např. adaptace rostlin či živočichů k prostředí) v příručce lze nejlépe pochopit pomocí metody experimentu. „Školní experiment je činnost studentů nebo pedagoga, při které je aktivně a relativně samostatně poznávána studovaná skutečnost prostřednictvím ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu nebo výsledku (Maňák a Švec, 2003).“

Školní experiment se praktikuje ve školách obvykle formou laboratorní práce, kdy pedagog experiment připraví a studenti postupují podle jeho instrukcí. Experiment je ale zároveň hlavní metodou tzv. badatelsky orientovaného vyučování, kterému se v poslední době věnuje velká pozornost a představuje určitou formu výuky, při kterém celý experiment vymýšlí a praktikují sami studenti, pedagog je pouze usměrňuje (Dobroruková et al., 2015).

BOV je aktivizující metoda problémového vyučování. V zájmu všech studentů je tzv. „inquiry“, těžko přeložitelný pojem, označující hlavní náplň této metody, kterou je bádání, zkoumání, objevování a hledání pravdy. Tímto způsobem si studenti budují znalosti postupně, osvojují si nové myšlenkové postupy, které používá skutečná věda. Řešení určitého problému se provádí v postupných krocích, jejichž pořadí je důležité. Nejprve si studenti stanoví výzkumnou otázku, poté sestavují hypotézy na základě zkoumání dostupných informačních zdrojů, zvolí si metodiku postupu, zpracují výsledky, vrátí se k hypotézám, které vyhodnotí, hledají souvislosti, nakonec formulují závěry prezentují výsledky a analyzují celý průběh bádání a kladou si otázky nové. Celou dobu studenti spolupracují ve skupinách, jejich úkolem je domluvit se se svými spolužáky- kolegy na správném řešení. Pedagog vystupuje pouze jako průvodce, usměrňuje badatelské otázky a hypotézy a zajistí potřebné pomůcky. Podrobné informace o jednotlivých krocích BOV se lze dočíst v Průvodci pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním vydaným v roce 2013 Sdružením Tereza (dostupným na: <http://www.badatele.cz/>).

Anotace: Studenti by měli za úkol odhalit některou z následujících badatelských otázek.

Badatelské otázky související s mou brožurkou:

Jak se rostliny přizpůsobily různým typům prostředí? Jak se liší rostliny rostoucích v odlišných biomech (jaká je jejich anatomie a morfologie)? Konkrétně např.: Jak se liší anatomie a morfologie jejich listů? Jak se živočichové přizpůsobili různým biomům? Konkrétně např.: Jak se liší velikost jejich těl, pokryv těla, délka končetin a tělních výstupků vzhledem ke konkrétním biomům? Jaké klima máme v jednotlivých biomech? Konkrétně např.: Jak můžeme vyjádřit klima dané oblasti? Jak se klimatu v určité oblasti přizpůsobil člověk? Konkrétně např.: Jak se liší obydlí lidí v jednotlivých biomech?

Dále uvádím příklad jedné z nich. Hypotézy, postup a vyhodnocení by si měli studenti určovat sami, učitel je pouze usměrňuje.

Příklad BOV: Jak se liší anatomie a morfologie listů rostlin v jednotlivých biomech?

Motivace: Rostliny jsou úžasné organismy, které se dokázali přizpůsobit různým extrémním podmínkám života na Zemi. Rostou, jak na mrazivém severu, tak v horkých pouštích. Jak to mají zařízené, aby přežili v tak nehostinných podmínkách?

Výukové metody: BOV patří mezi aktivizující výukové metody (využívá metodu heuristickou, metodu kritického myšlení, problémového vyučování, zkušenostního učení, projektovou výuku nebo učení v životních situacích)

Časová náročnost:

Experiment - 2 vyučovací hodiny

Tvorba prezentace/novinové zprávy - 2 vyučovací hodiny

Diskuse a zhodnocení: 1 vyučovací hodina

Cíle: Rozvíjí kompetence k učení, řešení problémů i sociální a personální. Student popíše konkrétní příklady adaptace rostliny k prostředí, přiřadí konkrétní list k typu prostředí/biomu, provádí jednoduché pokusy s listy rostlin a vyhodnotí jejich výsledky.

Pomůcky: pracovní listy (pro zaznamenání hypotéz pokusů a hodnocení), mikroskopy/lupy, mikrotenové sáčky, gumičky, kuchyňské utěrky, válečky, vzorky listů rostlin zastupující určitý biom (např. aloe/ tlustice z pouští, fialka /prýšec ze středomoří, sasanka/hluchavka ze smíšených lesů, smrk/jedle z tajgy, borůvka/brusinka z tundry), odborná literatura (viz seznam doporučené literatury pro náměty), kancelářské papíry, výtvarné potřeby (lepidlo, nůžky, pastelky, fixy apod.)

Popis možného průběhu v badatelské hodině:

1. motivace, výběr výzkumné otázky

Pedagog studentům přečte motivační text (viz motivace na začátku námětu). Dále studentům ukáže pomůcky a materiál včetně konkrétních zkoumaných rostlin, se kterými budou pracovat. Rozdá pracovní listy (pro každého žáka) a požádá je, aby se ve skupinách (např. po 3 studentech) poradili a zaznamenali své nápady, jak by mohli v hodině ověřit přizpůsobení těchto rostlin k prostředí. Dostanou časový limit např. 10 minut, kdy by měli formulovat výzkumnou otázku.

Studenti by měli dojít k výzkumné otázce: Jak to mají rostliny uzpůsobené, aby měli stále dostatek vody?

2. formulace hypotéz

Středoškoláci navrhnou výzkumný postup sami. Učitel pouze ukáže dostupné pomůcky a materiál. Studenti přemýšlí, jak danou výzkumnou otázku ověřit. Učitel studenty koriguje a navrhuje k provedení pokusů (u mladších studentů lze dané hypotézy studentům vytisknout na papír). Studenti by měli dojít k těmto hypotézám: Rostliny ztrácejí vodu hlavně odpařováním z povrchu listů, tento děj se uskutečňuje pomocí útvarů, kterým se říká průduchy. Rostliny si vytvořily nejčastěji 3 typická přizpůsobení, aby v nepříznivém prostředí ztratily co nejméně vody: přeměnily své listy, dokázaly zadržet větší množství vody v listech, upravily si povrch listů.

3. příprava a provedení pokusů

Pedagog usměrňuje studenty k provedení následujících pokusů. Studenti střední školy by k danému postupu měli sami dojít (u mladších studentů lze postup opět vytisknout na papír).

Studenti pracují ve skupinách (např. skupina o 3 studentech). Pedagog je obchází, radí a zodpovídá případné dotazy.

Popis pracovního postupu:

- a) Prohlédněte si vzorky rostlin, každý pak vložte do mikrotenového sáčku a uzavřete ho gumičkou. Sáčky nechte uzavřené cca 20 minut. Poté pozorujte, co se změnilo a запиšte své domněnky do pracovního listu.
- b) Pod mikroskopem nebo lupou pozorujte povrch listů a запиšte čím jsou pokryté.
- c) Listy postupně rozdrťte válečkem na kuchyňské utěrce, zapisujte množství vody, které jste z listů vymačkali (hodně/trochu/nic).

4. formulace závěrů, návrat k hypotézám

Studenti zpracují výsledky pokusů do přehledné tabulky, shrnou fakta formou prezentace nebo, např. napíší novinou zprávu referující o daných výsledcích. Poté usedají s pedagogem do kruhu a diskutují, zda se potvrdily dané hypotézy, shrnují svými slovy podstatná fakta a hledají mezi nimi souvislosti. Studenti by měli dojít k těmto závěrům (případně jsou pedagogem nasměrováni k těmto závěrům): Listy mají povrch upraven, tak, aby v období s nedostatkem vody zabránily jejímu přílišnému odpaření. Listy jsou tedy buďto pokryté voskovou vrstvou nebo chloupky. Listy ve formě jehlic zajišťují, že se z nich voda vypařuje méně nebo vůbec. Čím je list tlustší, tím více vody v sobě může zadržet.

3.2.2 Myšlenková mapa o biomech Evropy

Tvorba myšlenkových map umožňuje studentům vizuálně ztvárnit získané znalosti. Studenti si tímto způsobem propojují známé informace, pojmy a myšlenky, vytvoří jakousi síť nebo pavučinu znalostí, vznikající kolem ústředního pojmu, ke kterému postupně přidávají pojmy související. Zároveň studentům i pedagogovi mapa ukazuje míru porozumění danému tématu. Pedagog tak lépe pozná, co by měl třeba ještě dovysvětlit (Čapek, 2015, Zormanová, 2012).

Anotace:

Studenti by ve skupině vytvořili jednu společnou myšlenkovou mapu, obsahující všechny důležité pojmy z daného biomu a představili by ji ostatním skupinám ve třídě. Ústředními pojmy by mohly být: tundra, tajga, smíšené lesy, středomoří, pouště a polopouště (ústřední pojmy se ale mohou lišit podle aktuální potřeby), pro každou skupinu jeden tento ústřední pojem.

Výukové metody: Jedná se o problémové vyučování, konkrétně o úlohu studenty samostatně sestavenou.

Časová náročnost: 2 vyučovací hodiny

Cíle: kompetence komunikativní a sociální a personální– studenti společně tvoří myšlenkovou mapu, doplňují k ústřednímu pojmu související informace, musí se domluvit na nejlepším možném řešení, prezentují mapu před ostatními a nacvičují svůj kultivovaný projev

Pomůcky: příručka Od severu na jih, počítač, Fyzickogeografická mapa Evropy, zápisky studentů, odborná literatura (viz doporučená literatura pro náměty), kancelářské papíry A4, výtvarné potřeby (lepidlo, nůžky, pastelky, fixy apod.)

Popis možného průběhu výuky:

Po probrání tématu o biomech Evropy by studenti dostali za úkol vytvořit ve skupině myšlenkovou mapu propojující znalosti o konkrétním biomu.

1. Nejprve by na základě výpisků z přednášek nebo odborné literatury každý žák vytvořil mapu svou, kterou by následně porovnal s ostatními ve své skupině. Formou diskuse by tak studenti konfrontovali své mapy.

2. Po vzájemné dohodě by pak vytvořili jednu mapu společnou, kterou by např. nakreslili na tabuli a krátce o ní pohovořili. Pedagog opět slouží jen jako koordinátor a přihlížející, obchází skupiny a případně zodpovídá dotazy.

Další práce s myšlenkovou mapou: Techniku myšlenkové mapy (pojmové mapy) mohou studenti využít také při práci s textem v průběhu nebo na začátku určitého tématu. Studenti do mapy umisťují pojmy, které získali při četbě textu zadaného pedagogem, hledají a

nacházejí vztahy mezi nimi (Čapek, 2015). Pedagog může využít příručky Od severu na jih jako zdroje textů a obrázků pro skupinovou práci při realizaci pojmové mapy a hledání souvislostí mezi různými pojmy. Poté se stává myšlenková mapa strukturovaným výukovým listem, nikoliv pouze jen produkt asociací.

Doporučená literatury pro náměty do výuky (podrobně v seznamu literatury a zdrojů):

Atlas rostlin (Bellmann, et al. 2012)

Biologie pro gymnázia (Jelínek & Zicháček, 2003)

Ekologie a životní prostředí: učebnice pro střední odborné školy a učiliště (Červinka et al., 2005)

Ekosystémy (Jeník, 1995)

Encyklopedie naší přírody (Anděra, 2004)

Geografie pro střední školy 1, Fyzickogeografická část (Demek et al., 1997)

Obojživelníci a plazi: Průvodce přírodou (Diesener, 1997)

Příroda a lidé Země: učebnice zeměpisu pro střední školy (Bičík, I. et al. 2010), Biogeografie. Multimediální výuková příručka (Culek, 2010, dostupné na: <https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/uvod.html>)

Ptáci Evropy, severní Afriky a blízkého východu (Svensson et al, 2012)

Savci Evropy, Severní Afriky a Blízkého východu (Aulagnier, et al., 2018)

Stromy: Průvodce přírodou (Kremer, 1995)

Vegetace Evropy: diverzita a ekologie (Chytrý, 2010, dostupné na: <http://www.sci.muni.cz/botany/chytry/veg-eu/>)

Výukové materiály předmětu Bi9510 Biomy Země (Hájek, 2009, dostupné na:
<http://is.muni.cz/el/1431/podzim2009/Bi9510/um/tundra.pdf>)

Fytogeografie 1 (Hendrych, 1984)

Zvířata na zeměkouli (Sedlag, 1986)

4. Diskuse

Moje příručka se snaží ukázat, jak se mění přírodní prostředí v atlantické Evropě od severu na jih. Nejčastěji se v ní odkazují na pojem krajina využívaný především v zeměpise a pojem biom využívaný častěji v přírodopise.

Pokud se podíváme na učivo o krajině a o biomech do Rámcově vzdělávacího programu pro gymnázia, zjistíme, že se v rámci předmětu biologie vyskytuje méně a nekonzistentně, v zeměpise je situace o něco lepší.

4.1 Téma krajina v biologii a zeměpisu

Krajinou se obvykle rozumí určité území charakteristické svou morfologií a modelované jak přírodními procesy, tak člověkem. Definice krajiny se ale v různých publikacích liší a nemá smysl je zde blíže porovnávat. V základu slova je kraj, krajina má tedy okraj, horizont. Rozlišit mezi dramatickou krajinou Českého Středohoří a sousední rovinou Polabí dokáže každý. Pro studenty je možná nejpřitažlivější definice: „Krajina je to, proč lezeme na rozhlednu (Cílek, 2002).“ Je jasné, že tento pojem má přesah i do věd humanitních, je běžný ve výtvarném umění (krajinomalba) či literatuře (krajina mého domova) a jeho nedostatečné využití ve výuce a propojení v rámci různých oborů je tedy alarmující.

Obecný pojem krajina, kterým se má práce zabývat, je z hlediska RVP G těžko uchopitelný a není v rámci kurikula jasně ukotven (Pekařová, 2016). Učivo o krajině je roztrženo do několika předmětů, a proto žákům chybí na toto téma ucelený, resp. provázaný pohled. Pojem krajina bývá častěji nahrazován pojmem životní prostředí nebo ekosystémy. Je často uváděn formou definice, která je vysvětlována různými způsoby. Celkově tedy působí v učebnicích značně nekonzistentně.

V biologii chybí širší provázanost s člověkem a jeho vlivem na krajinu, člověk je vůči krajině často zbytečně vymezován, jako by nebyl její součástí a spolutvůrcem. Učebnice se často zabývají pouze rozlišením různých ekosystémů ale nikoli krajinou. V zeměpise je krajina ústředním tématem, které se naopak na působení člověka na krajinu zaměřuje (člověk a jeho aktivity jsou brány jako součást přírody). Z rozhovorů učitelů v diplomové práci Pekařové (2016) vyplývá, že spolu učitelé biologie a zeměpisu málo konzultují učivo

společné oběma předmětům. Nejvíce problémů vzniká užíváním stejných pojmů s různým významem. Dochází tak k roztržtosti učiva, které by se mělo žákům předat v širších souvislostech.

Studenti si tak vytvoří o pojmech, jako je právě krajina, mylné představy. V tomto konkrétním případě zaměňují pojmy krajina a životní prostředí a nedokážou tak zaujmout postoj k dané problematice a ani si pod pojmem cokoli představit (Pekařová, 2016).

Moje příručka není sérií fotografií krajín typických pro jednotlivé biomy, protože to není v podstatě možné. Ilustruje to už výše uvedený příklad krajiny Českého Středohoří a Polabí, které se radikálně liší, a přesto jsou součástí jediného biomu smíšených lesů. Najdeme zde ale sérii biotopů vyskytujících se v jednotlivých biomech. Lze říci, že v krajinách jednotlivých biomů se takovéto prvky typicky vyskytují.

4.2 Téma biomy v některých učebnicích

Jedním z hlavních témat mé příručky bylo na konkrétním sledu fotografií přiblížit biomy atlantické Evropy.

Učivo o biomech je v zeměpise součástí tematického celku (RVP G) fyzickogeografická sféra. Zároveň je i součástí očekávaných výstupů tohoto předmětu. Učivo o biomech je tedy součástí mnoha učebnic zeměpisu pro střední školy, ačkoli vlastní pojem biom se zde prakticky nevyskytuje.

Nejlépe hodnocenou a zároveň i hodně používanou učebnicí zeměpisu je podle Beranové (2016) Geografie pro střední školy 1: Fyzickogeografická část (Demek et al., 1997), proto jsem do ní nahlédla. Téma je zde zpracováno v kapitole Biosféra, dozvíme se v ní o jednotlivých biomech (ve starších vydáních učebnice je použito ještě starší označení „geomy“). Kromě základní charakteristiky nechybí stručný popis klimatických podmínek, některé rostlinné a živočišné adaptace a vliv člověka na krajinu v dané oblasti. Téma je vhodně doplněno o fotografie typické krajiny a některých zde žijících živočichů.

Nejvíce se mi líbí zpracování v učebnici Příroda a lidé Země (Bičík et al., 2001). Téma biomů je rozpracováno v rozsáhlé kapitole Přírodní sféra. V jednotlivých biomech je podrobně rozepsána jejich základní charakteristika i jednotlivé dílčí oblasti biomů, zejména

z pohledu fytogeografie. Z pohledu zoogeografie by se téma mohlo doplnit o více konkrétních druhů živočichů a zejména o fotografie některých typických živočichů, které v učebnici zcela chybí.

Nejvíce se mi líbí zpracování v učebnici Příroda a lidé Země (Bičík et al., 2001). Téma biomů je rozpracováno v rozsáhlé kapitole Přírodní sféra. V jednotlivých biomech je podrobně rozepsána jejich základní charakteristika i jednotlivé dílčí oblasti biomů, zejména z pohledu fytogeografie. Z pohledu zoogeografie by se téma mohlo doplnit o více konkrétních druhů živočichů a zejména o fotografie některých typických živočichů, které v učebnici zcela chybí.

Naopak v biologii téma biomy (v rámci RVP G) ukotveno není, chybí i v očekávaných výstupech předmětu. K tématu biomů má v biologii nejbližší tematický celek Ekologie, ve kterém je obsaženo učivo o biosféře a její členění. Nicméně pojem biom v učebnicích biologie najdeme.

V nejpoužívanější učebnici Biologie pro gymnázia (Jelínek a Zicháček, 2007) je pojem biom rozveden v kapitole Živočichové a prostředí, v rámci podkapitoly Rozšíření živočichů. V krátkých odstavcích se dozvídáme charakteristiku všech světových biomů, téma doplňuje hezky zpracovaná obrazová příloha, která ukazuje fotografie některých živočichů a různé zajímavosti o některých z nich.

V učebnici Botanika (Kubát et al., 2003) se s tématem setkáme v kapitole Hlavní biomy světa. V krátkých odstavcích se dočteme o klimatických podmínkách biomů a ve stručnosti o některých rostlinných adaptacích. Zcela chybí příklady konkrétních druhů rostlin.

Zmínka o biomech je také v učebnici Zoologie (Papáček et al., 2000) v kapitole Živočichové a prostředí, konkrétní biomy jsou zde charakterizovány pouze několika pojmy, které jsou uvedené v závorce. Zcela chybí jejich podrobnější charakteristika nebo příklady zde žijících organismů.

V řadě učebnic od nakladatelství Fortuna je o biomech krátce pojednáno pouze v učebnici Ekologie (Šlégl et al., 2002). Biomy jsou v učebnici Ekologie charakterizovány v podkapitole Biomy kapitoly Organismus a prostředí. Je zde pouze několik vět o klimatu,

typickém rostlinném společenstvu bez konkrétních druhů, a suchý výčet některých živočichů typických pro danou oblast. Zcela zde chybí vysvětlení, proč se zde tyto organismy vyskytují. Některé adaptace jsou vysvětlené v předchozích podkapitolách, ale chybí zde jasná návaznost k biotům jako takovým.

Vidíme zde tedy pojmovou roztržitost a neprovázanost obou předmětů. Studentovi v zeměpisu po probrání tématu bioty světa chybí ucelenější pohled na konkrétní organismy, které zde žijí. Navíc nejsou jednotlivá témata fyzickogeografické sféry téměř vůbec provázána, žák se tak učí např. o zemských sférách, provázanost mezi živou a neživou složkou krajiny je ale nedostatečná. Studenti v biologii zase postrádají nějaký širší kontext klimatických podmínek konkrétní biogeografické oblasti, nebo bioty, zejména pak pohled na člověka jako součást krajiny a jeho vliv na krajinu.

Učivo o biotách se probírá často v jiném ročníku v biologii a v jiném v zeměpise. Mezi učivem je v jednotlivých předmětech moc velký časový odstup a studenti tak učivo zapomenou. Vlivem toho dochází k tomu, že učivo, které si žáci odnesli ze zeměpisu, nemůžou dostatečně propojit s výukou v biologii. Školní vzdělávací program (ŠVP) si každá škola vytváří sama (Balada et al., 2007), není proto problém tento nedostatek upravit tak, aby na sebe učivo logicky navazovalo.

Příručka Od severu na jih rozšiřuje znalosti v oblastech zoogeografie a fytogeografie. Snaží se charakterizovat danou oblast na základě klimatických jevů a geomorfologie a v krátkosti uvádí i působení člověka na daný biot. Hlavním přínosem příručky je jednak propojení témat ze zeměpisu a biologie a jednak snaha jejich přiblížení na konkrétním gradientu biot Evropy, což je pro studenty nejsnáze dostupná a nejrepresentativnější oblast.

4.3 Návrhy do výuky

Při zařazování jednotlivých návrhů jsem prostudovala rozdělení výukových metod a forem. Klasifikaci výukových metod a organizačních forem výuky se věnuje mnoho autorů (např. Skalková, 2007, Maňák a Švec, 2003; Zormanová, 2012; Průcha et al., 2003; Čapek, 2015). Pokud ale jejich rozdělení zevšeobecníme, můžeme výukové metody rozdělit do dvou kategorií z hlediska aktivity žáků ve výuce na výukové metody tradiční neboli klasické (převažuje monolog učitele, tedy frontální metoda s užitím různých demonstračních

pomůcek, žáci učivo přejímají převážně pasivně) a metody inovativní neboli aktivizující (aktivita žáků převažuje nad výkladem učitele, žáci o problému samostatně přemýšlí).

Trendem moderní pedagogiky je přecházet postupně od klasických metod k inovativním, kdy se žáci učí efektivněji skrze vlastní zkušenost (Zormanová, 2012). Při aktivizačních metodách se totiž zapojí více smyslů a dochází k většímu emocionálnímu prožitku. Díky tomu si žáci učivo lépe zapamatují (Hanuš a Chytilová, 2009). Zároveň se požaduje, aby byly v žácích rozvíjeny všechny klíčové kompetence, jak je udává RVP G, zejména kompetence k řešení problému a kompetence komunikativní. Aktivizující metody jsou také velmi motivující, podněcují v žácích větší zájem o daný předmět a jejich budoucí profesní kariéru (Balada et al., 2007). Bohužel jsou však aktivizující metody na většině škol používány jen jako doplňkové k těm klasickým (Kociánová, 2015). Výukové metody a formy je vhodné střídat a nesetrvávat jen u jedné, aby se z vyučovacího procesu nestala rutina jak pro žáky tak pro učitele (Skalková, 2007).

Náměty pro výuku jsem se tedy snažila zaměřit na aktivizující vyučovací metody a formy. Navrhuji, jak je s příručkou možné pracovat ve výuce. Vhodné by bylo vytvořit ve škole volitelný přírodovědecko- zeměpisný seminář, ve kterém by došlo k propojení všech témat o biomech Evropy v logický celek. Z širšího hlediska tak žáci dostanou ucelenější pohled na krajinu, která se mění na gradientu klimatických pásem atlantické Evropy a není přerušovaná geografickými bariérami. Vytvoří si tak názornou představu o dané problematice. Seminář by bylo vhodné vytvořit i z důvodu malého počtu hodin zeměpisu a biologie na středních školách. Na osmiletých gymnáziích mají v 1. až 6. ročníku studenti pouze 2 vyučovací hodiny zeměpisu a biologie týdně. V 7. až 8. ročníku už rozhoduje o zařazení předmětu zeměpis a biologie ředitel školy v rámci ŠVP, takže nemusí být zařazeny vůbec. Na čtyřletém gymnáziu je to stejné. V 1. a 2. ročníku mají žáci 2 hodiny zeměpisu a biologie týdně, ve 3. a 4. ročníku je zařazení zeměpisu do ŠVP opět na rozhodnutí ředitele školy (Balada et al., 2007). Ve vyšších ročnících je tak vhodné zařadit pro zájemce o dané předměty volitelné biologické nebo zeměpisné semináře prohlubující znalosti v daném oboru a umožňující probírání mezipředmětových témat, jakým jsou právě i biomy Evropy.

Pokud by spolu pedagogové seminář nebo projekt nemohli nebo nechtěli připravit, bylo by vhodné, aby alespoň téma o biomech vzájemně prokonzultovali a měli představu,

jaké znalosti si žáci z jednotlivých předmětů odnesou. V dnešní době spolu učitelé jednotlivých předmětů příliš nekomunikují ohledně učiva a dochází tak často ke zbytečnému probírání stejného tématu ve více předmětech, což je pro žáky často zavádějící i demotivující. Dojde k roztržtění tématu, kdy každý jednotlivý učitel předává žákům učivo jen ze svého profesního pohledu a nedochází k propojení znalostí v logický celek (Pekařová, 2016).

Tématem biomů se zabývá také diplomová práce s názvem Biotická složka fyzicko-geografické sféry v gymnaziálním vzdělávání (Schwazbachová, 2013). V této práci autorka zpracovala téma biomy světa do výukové příručky využitelné v předmětu zeměpis. V praktické části navrhuje konkrétní zadání testových úloh, pracovního listu a dvě zadání projektové výuky, kterými jsem se inspirovala.

Téma biomy Evropy je důležité i pro budoucí studenty biologických a geografických oborů na vysokých školách. Na příkladu klimatického gradientu atlantickou Evropou si lépe uvědomí, jak krajina s plynulou změnou klimatu přechází plynule z jednoho biomu do druhého. Uvědomí si, že biomy nejsou striktně oddělené celky a skládají se z charakteristických biotopů, odpovídajících konkrétním krajinným strukturám. Uvědomí si také, že určité přizpůsobení organismů konkrétnímu prostředí je dobře pozorovatelné. Takovéto znalosti by ale měly patřit i k základním kamenům vzdělání každého člověka bez ohledu na jeho budoucí specializaci.

5. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo ukázat, jak se mění přírodní prostředí v atlantické Evropě od severu na jih. Tuto problematiku jsem shrnula do příručky s názvem *Od severu na jih: Obrazový atlas lesních habitatů atlantické Evropy*. První část mé práce obsahuje návrh této příručky jako výukového materiálu pro střední školy. Na profilových fotografiích jsem ukázala změnu přírodního prostředí v atlantické Evropě a doplnila ji o základní informace o jednotlivých biomech, zajímavosti o konkrétních organismech či vztazích mezi organismy a prostředím. V druhé části jsem se zaměřila na využití mé příručky ve výuce. Vytvořila jsem několik námětů, které z příručky vycházejí. Tato příručka se snaží propojit výuku o biomech v předmětech biologie a zeměpis tak, aby došlo k mezipředmětové vazbě, díky které si žáci uvědomí, jak se mění v Evropě krajina plynule z jednoho biomu do druhého. V situaci neustále mediálně přetřásané změny klimatu by představa o změně přírodního prostředí v závislosti na změně klimatu měla být základní znalostí, kterou by měl disponovat každý člověk.

6. Seznam použitých informačních zdrojů

Anděra, M. (2004). *Encyklopedie naší přírody*. 2. české vyd. Praha: Slovart.

Anděra, M., Červený, J., Bufka, L. (2004). Současné rozšíření vlka obecného (*Canis lupus*) v České republice. *Lynx*. Praha. ns, 35, 5-12

Aulagnier, S., Haffner, P., Mitchel- Jones, A.J. Moutou, F., Zima, J., Chevalier, J., Norwood, J. a Varela Simó, J. (2018). *Savci Evropy, Severní Afriky a Blízkého východu: [s popisem všech známých druhů]*. překlad Robert DOLEŽAL. Plzeň: Ševčík. Průvodce přírodou.

Begon, M., Harper, J. L., Townsted, C. R. (1997). *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. 1. vyd. překlad Bronislava Grygová, Barbara Köberleová. Olomouc: Univerzita Palackého, 949 p.

Bellmann, H. et al. (2012). *Der Kosmos Pflanzenführer*, překlad Doubková P.: Atlas rostlin, Euromedia Group, k.s - Knižní klub, Praha, 448 p.

Beranová, Z. (2016): Hodnocení a porovnání vybraných učebnic zeměpisu pro SŠ. Diplomová práce. Západočeská univerzita. Fakulta pedagogická. Plzeň.

Bičík, I. et al. (2010). *Příroda a lidé Země: učebnice zeměpisu pro střední školy*. 2. vyd. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti. 136 p.

Bittner, J. (2016). *Multikriteriální analýza modifikovaných roubených staveb*. Bachelor's thesis, České vysoké učení technické v Praze. Vypočetní a informační centrum.

Boström, U. et Nilsson, Sg., (1983). Latitudinal gradients and local variations in species richness and structure of bird communities on raised peat-bogs in Sweden, *Ornis Scandinavica*, 14: 213-226.

Brown, J. H. et Lomolino, M. V. (1998). *Biogeography*. 2nd edition. Sunderland, Massachusetts. 691 p.

Buchar, J (1983) *Zoogeografie: vysokoškolská učebnice pro přírodovědné fakulty*. Praha: SPN. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).

Cílek, V. (1998). Dialog mezi mořem a větrem. NAO: tekutá časomíra severoatlantické oscilace. *Vesmír* 77: 367, 371.

Cílek, V. (2002). Krajiny vnitřní a vnější. *Dokořán, Praha*.

Cílek, V. (2006). Tsunami je stále s námi. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing. 344 p.

Čapek, R. *Moderní didaktika: lexikon výukových a hodnoticích metod*. Praha: Grada, 2015. Pedagogika (Grada).

Červinka, P. et al. (2005). *Ekologie a životní prostředí: učebnice pro střední odborné školy a učiliště*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství České geografické společnosti, 120 p.

Demek, J. et al. (1997). *Geografie pro střední školy I, Fyzickogeografická část*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 94 p.

Dierschike, Volker (2007) Welcher Vogel ist Das? překlad Robovský, J., Ptáci. Franch-Kosmos Verlags-GmbH & Co. Stuttgart. 255 p.

Diesener G., Reichholf, J. (1997). Obojživelníci a plazi. Průvodce přírodou. Nakladatelství Ikar Praha.

Dobroruková, J., at al. (2015). *Biologie: čítanka k přírodním vědám: metodika*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. Čítanka k přírodním vědám. ISBN 978-80-244-4512-0.

Dostál et al. (2014) Divoký kůň (*Equus ferus*) a pratur (*Bos primigenius*): klíčové druhy pro formování české krajiny. Česká krajina o.p.s. 125 p.

Dostál, D., Jirků, M., Konvička, M., Čížek, L., & Šálek, M. (2012). Návrat zubra evropského (*Bison bonasus*) do České republiky. *Česká krajina ops Kutná Hora*.

- Douda, J. (2009). O vegetační proměnlivosti a původu současných lužních lesů. Časopis Živa 2/2009. Academia. Praha. P 56-59
- Dumpíková, T. (2018). Příprava na zeměpisnou olympiádu. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta, Brno, 51 p.
- Dvořáková, M. (2008). Faktory ovlivňující chování říčních systémů. Bakalářská práce Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Praha, 29 p.
- Elster, J. (2007) Arktida, Nejrychleji se měnící část naší planety. časopis Vesmír. str. 86, 292, 2007/5
- Elkington, T. T. (1971). "*Dryas Octopetala* L.". *Journal of Ecology*. 59 (3): 887–905
- Fehér, G. (2003). *Chorvatsko jižní Dalmácie*. Praha: Kartografie. Průvodce po zahraničí. 179 p.
- Fuglei, E., & Ims, R. A. (2008). Global warming and effects on the arctic fox. *Science Progress*, 91(2), 175-191. Gaisler, J. (1983). *Zoologie obratlovců*. 1. vyd. Praha: Academia. 536 s.
- Gilett, M. (2005). *Ecosystems*. 1. vyd. London: Hodder Murray, 169 p.
- Gregor, F. (1957). Studie o populační dynamice obaleče dubového (*Tortrix viridana* L.). *Folia zoologica VI (XX)*, 301-314.
- Gryndler, M. (2009). Mykorhizní symbióza, Academia Praha, 366 p.
- Hanuš, R. a Chytilová, L. (2009). Zážitkově pedagogické učení. Pedagogika (Grada). Praha. 192 p.
- Hédli, R., Szabó, P., Riedl, V., Kopecký M. (2011). Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě I. Formy a podoby, časopis Živa, 2/2011
- Hendrych, R. (1984). *Fytogeografie*. 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 220 p.

Hewitt, G. M. (1999). Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society*. 68: 87–112.

Horník et al., S. et al. (1986). *Fyzická geografie II*. 1. vyd. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 320 p.

Chapron, G. et al. (2014). *Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes*. *Science* 346: 1517–1519.

Jelínek J. & Zicháček V. (2003). *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc, 574 p.

Jeník, J., (1995). *Ekosystémy (Úvod do organizace zonálních a azonálních biomů)*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum, 136 p.

Jonášová, M., & Prach, K. (2004). Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23(1), 15-27.

Joosten, H., & Clarke, D. (2002). Wise use of mires and peatlands. *International Mire Conservation Group and International Peat Society*, 304 p.

Juříčková, L. et Ložek, V. (2019). Měkkýši v labyrintu diverzity prostředí I. Měkkýši a geodiverzita. Praha. Časopis Živa 1/2019 , s. 25

Juříčková, L. et Ložek, V. (2019). Měkkýši v labyrintu diverzity prostředí II. Měkkýši a biodiverzita. Praha. Časopis Živa 2/2019 , 176 p.

Kociánová, E. (2015). Aktivizační metody ve výuce biologie. Západočeská univerzita v Plzni. Pedagogická fakulta. 149 p.

Koukol, O., Haňáčková, Z. (2017). Endofyty – všudypřítomní kolonizátoři rostlinných pletiv. Časopis Živa 5/2017. Akademia. Praha. 227-231

Kremer, B. P. (1995). *Stromy. Průvodce přírodou*. Nakladatelství Ikar Praha

Kvasničková, D. (2013). *Základy biologie a ekologie: pro základní a střední školy*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Fortuna, 128 p.

Kybal, J.; Kaplická, J. (1988). *Naše a cizí koření*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Kapitola Réva vinná, 216 p.

Lattin, G. 1964: Die Verbreitung des sibirischen Faunenelements in der Westpaläarktis. *Natur und Museum* 94: 104–125.

Lomolino, M.V. et.al. (2005). *Biogeography*. 3rd. Ed. Sunderland, Mass., Sinauer Associates Inc., 845 p.

Ložek, V. (1964). *Quartärmollusken der Tschechoslowakei* (Vol. 31). Herausgegeben von der Geologischen Zentralanstalt im Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften.

Ložek, V. (1973): *Příroda ve čtvrtohorách*. Praha: Academia. 372 p.

Ložek, V. (1999). Odumřelé dřevo v lesích a měkkýši. In *Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech* [online]: Správa národního parku Podyjí. Dostupné na WWW: http://prosilvabohemica.cz/wp-content/uploads/2017/12/1999_sbornik_Podyji_Mrtve_drevo.pdf#page=99.

Ložek, V. (2007): *Zrcadlo minulosti – Česká a slovenská krajina v kvartéru*. Praha: nakladatelství Dokořán. 198 p.

Malina, J., Malinová, R. (1991). Usměvavý mrtvý. In: Malina, J., Malinová, R. (Eds.). *Dvacet nejvýznamnějších archeologických objevů dvacátého století*. Svoboda, Praha, str. 319–335.

Maňák, J., Švec, V. (2003). *Výukové metody*. - Paido. Brno. 219 p.

Myers, N. et al. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, volume 403, p. 853–858

Opatrný, E. (1999). Zoogeografie. Univerzita Palackého v Olomouci. 190 p.

Pekařová, A., (2016). Determinanty percepce krajiny u studentů středních škol. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity. České Budějovice, 93 p.

Peel, M. C., Finlayson, B. L. et McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen- Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences* 11: 1633–1644.

Pitelka, F. A., & Batzli, G. O. (2007). Population cycles of lemmings near Barrow, Alaska: a historical review. *Acta Theriologica*, 52(3), 323-336.

Pitelka, F. A., & Schultz, A. M. (1964). The nutrient-recovery hypothesis for arctic microtine cycles.[In:“Grazing in terrestrial and marine environments”, Ed. DJ Crisp]. *Blackwell*, 55, 68.

Pokorný, P. (2011). *Neklidné časy: kapitoly ze společných dějin přírody a lidí*. Dokořán.

Pokorný, P. (2016). *Afrika zevnitř: kontinentem sucha a věčných proměn*. Praha: Academia.

Procházka, S. (1998). *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia.

Průcha, J. (2006). *Přehled pedagogiky*. Nakladatelství Portál. Praha.

Průcha, J.; Walterová, E.; Mareš, J. (2003). *Pedagogický slovník: poznámky k rozvoji tvořivosti žáků*. 4., aktualiz. vyd. Praha : Portál.

Rajchard, J., Balounová, Z., & Vysloužil, D. (2002). *Ekologie I*. České Budějovice: Nakladatelství Kopp, 2002, 121 p.

Rylková, M. (2015). *Terénní výuka na území Beskyd* . Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Brno. 98 p.

Řezáč, T. (2017). Historický výskyt zubra evropského na českém území a jeho význam pro okolní krajinu. Diplomová práce Pedf UK. Praha. 100 p.

Sádlo, J. (1994). *Život na spáleništi: antrakofyty a pyrofyty*. Vesmír 73/10: 556.

Sedlag, U. (1986). Zvířata na zeměkouli. Praha: Nakl.Panorama. 218 p.

Schmitt, T., & Varga, Z. (2012). Extra-Mediterranean refugia: the rule and not the exception?. *Frontiers in Zoology*, 9(1), 22.

Schwarzbachová, P. (2013). *Biotická složka fyzickogeografické sféry v gymnaziálním vzdělávání*, Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. Brno.

Skalková, J. (2007). Obecná didaktika. Praha Grada Publishing, a.s.. 328 p.

Skuhřavá, M. & Skuhřavý, V. (2010). Háčky na rostlinách. – *Živa*, 96, 5. 219221.

Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., Grant, P. J., & Doležal, R. (2012). *Ptáci Evropy, severní Afriky a blízkého východu*. Ševčík.

Šálek, M. (2016). Masožravci na prahu města: pozoruhodná flexibilita šelem v urbánním prostředí. Fórum ochrany přírody 04/2016. p. 23-26

Šizling, A. L., Storch, D. & Keil, P. (2009). Rapoport's rule, species tolerances, and the latitudinal diversity gradient: geometric considerations. *Ekology* 90 (12): 3575 – 3586.

Šlégel, J., Kislinger, F., Laníková, L. (2002). *Ekologie a ochrana životního prostředí pro gymnázia*. Praha: Fortuna.

Šťastný, K., & Bejček, V. et Hudec, K. (2006). Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001-2003. *Aventinum, Praha*, 464 p.

Valtrová, Ž. (2013). Taxonomické invariance v severojižním gradientu u evropských suchozemských plžů. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy. Praha. 52 p.

Večerková, H., & Kiss, J. (2007). Abeceda piva. 1. vyd. Praha: Česká televize, Edice ČT. 204 p.

Vié, J. C., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S. N. (Eds.). (2009). *Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN Red List of threatened species*. IUCN. 180 p.

Vitásek, F. (1966). Základy fysického zeměpisu: *celostátní vysokoškolská učebnice*. Academia. Praha.

Votápková, D. (2013): *Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení Tereza.

Walter, H., & Lieth, H. (1967). *Klimadiagramm-Weltatlas: Hrsg. in 3 Lieferungen*. Fischer.

Wang J., Chen S., Jiang P. & Ding P. (2008): Black-billed magpies (*Pica pica*) adjust nest characteristics to adapt to urbanisation in Hangzhou, China. *Canadian Journal of Zoology*, 86, 676-684

Wardeh, M. F. (2004). Classification of the dromedary camels. *J. Camel Sci*, 1, 1-7

Wäreborn, I. (1969). Land molluscs and their environments in an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*, 20: 461–479.

Wäreborn, I. (1970). Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*, 21: 285–291.

Woitsch, J. (2010). Lesní řemesla v raném novověku: koncept. *Český lid*, 337-362.
Dostupné online: <http://www.jstor.org/stable/42640359> (cit. 30.6.2019)

Zelený, J., & Doležal, P. (2004). Kůrovcoviti brouci (Scolytidae, Coleoptera) na smrku na Šumavě. *Akt. Šumav. Výzk.*, 2, 221-223.

Zelený, V. (2012) *Rostliny Středozeří*. Vyd. 2. Praha: Academia. Atlas.

Zormanová, L. (2014). *Obecná didaktika pro studium a praxi*. Grada. Praha.

Internetové zdroje:

Badatele.cz: průvodce badatelky orientovaným vyučováním [online]. Dostupné na WWW: <http://www.badatele.cz/> [cit. 3. 7. 2019]

Balada, J. et al. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 100 p. [online] RVPG-2007-07_final.pdf, Dostupné na WWW: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf [cit. 2019-30-06]

Culek, M. (2010). Biogeografie. Multimediální výuková příručka [online]. Dostupné na WWW: <https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/uvod.html> [cit. 3. 7. 2019].

Hájek, M. (2009). *Výukové materiály předmětu Bi9510 Biomy Země*. [online], dostupné na WWW, <http://is.muni.cz/el/1431/podzim2009/Bi9510/um/tundra.pdf>. [cit. 3. 7. 2019]

Chytrý, M. (2010). *Vegetace Evropy: diverzita a ekologie*. Studijní materiál pro studenty PřF MU. [online], Dostupné na WWW: <http://www.sci.muni.cz/botany/chytry/veg-eu/>. 40 s. [cit. 3. 7. 2019]

Incomme: Druhová bohatost středomoří [online]: Dostupné na WWW: <https://incomme.org/mediterranean-regions/mediterranean-basin-animals.html> [cit. 3. 7. 2019]

IUCN Red List: Gazely dorcas [online]: Dostupné na WWW: <https://www.iucnredlist.org/species/8972/50186909> [cit. 3. 7. 2019]

Stanovský M., 2016: Bydlení v Laponsku. Severské listy, prosinec 2016, WebArchiv, Národní knihovna ČR. [online]: Dostupné na WWW: <https://www.severskelisty.cz/sami/sami0024.php> [cit. 3. 7. 2019]

Toulky po Čechách: Rašeliniště a těžba rašeliny - Vznik rašeliny, těžba rašeliny [online]: Dostupné na WWW: <https://web.archive.org/web/20090418153713/http://www.toulkypocechach.com/raselina.php>. [cit. 3. 7. 2019]

Ústav experimentální botaniky AV ČR: Fascinující rostliny díl 31. [online]: Dostupné na WWW: <http://www.ueb.cas.cz/cs/content/strom-cukraru-klenotniku> [cit. 3. 7. 2019]

Zoo Praha: nabídka výukových programů pro školy [online]: Dostupné na WWW: <https://www.zoopraha.cz/skoly-a-deti/pro-skoly/7186-nabidka-pro-skoly-2017-2018> [cit. 3. 7. 2019]

7. Seznam obrázků

Obr. 1 Trasa severojižního gradientu Atlantickou Evropou, fialové body na mapě značí lokality vzdálené 50 km, z nichž pocházejí profilové fotografie, uvedené níže v příručce Od severu k jihu.

Obr. 2 Klimatické oblasti Evropy podle Peel et al. (2007)

Obr. 3 Střídání ročních období upraveno podle Prach et al., 2009 (2009)

Obr. 4 Polární den podle Dumpíková T., 2018: Příprava na zeměpisnou olympiádu. Bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Geografický ústav. Brno. 51 s.

Obr. 5 Oceánický výměník s Golským proudem (Cílek, 1998)

Obr. 6 Cyklona a anticyklona na severní polokouli, zdroj: https://is.muni.cz/th/cewzo/Prilohy-CD/Vyukova_pirucka_Atmosfera/UCEBNI_TEXT_ATMOSFERA.pdf

Obr. 7 Průměrné roční teploty v Evropě upraveno podle Prach et al., 2009 (2009)

Obr. 8 Průměrné roční srážky v Evropě upraveno podle Prach et al., 2009 (2009)

Obr. 9 Klimadiagram v místě Hohenheim převzato z Prach et al., 2009 (2009)

Obr. 10 Klimadiagramy Bordeaux-Meri, zdroj:

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/05-klima.html

Obr. 11 Klimadiagram Athinai-Obser, zdroj:

https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/pages/05-klima.html

Obr. 12 Biomy Evropy (upraveno podle: Wikipedie: https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Europe)

Obr. 13 Biogeografické oblasti Země, fyto geografické členění (Prach et al., 2009., 2009)

Obr. 14 Biogeografické oblasti Země, zoogeografické členění (Prach et al., 2009., 2009)

Obr. 15 Nejsevernější výběžek tundry s kamenitým terénem a ostrůvkovitou vegetací, jde spíše o přechod mezi tundrou a polární pouští, než o typickou tundru; souostroví Svalbard, náš nejsevernější bod.

Obr. 16 Rozmístění tundry na Zemi a její typický klimadiagram (Prach et al., 2009)

Obr. 17 Tundra s kamenitým terénem a nezapojenou vegetací. V pozadí je menší ostrovní forma soba (Rangifer tarandus). Souostroví Svalbard.

Obr. 18 Severské bílé noci

Obr. 19 Tundra s převážně zapojenou trsovitou vegetací, souostroví Svalbard.

Obr. 20 Polštářovitá vegetace typická pro nejsevernější tundru, Svalbard.

Obr. 21 Lomikámen (*Saxifraga cespitosa*) tvořící polštářky má jen nizounké stonky.

Obr. 22 Silenka (*Silene apectata*) obklopená kamením

Obr. 23 Tundra na jednom z nejsevernějších bodů kontinentální Evropy – mysu Nordkapp. Vegetace na kamenitém substrátu je řídká ale už ne ostrůvkovitá. Skok mezi rovnoběžkami vyplňuje Severní ledový oceán.

Obr. 24 Dryádka osmiplátečná (*Dryas octopetala*)

Obr. 25 Bříza zakrslá (*Betula nana*)

Obr. 26 Vrba polární (*Salix polaris*) – je to strom, byť miniaturní.

Obr. 27 Tundra s prvními ostrůvky nízkých vrb, které se udrží jen v chráněném a vlhčím úžlabí.

Obr. 28 Šícha černá (*Empetrum nigrum*)

Obr. 29 Ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*)

Obr. 30 Brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*)

Obr. 31 Vlochyň bahenní (*Vaccinium uliginosum*)

Obr. 32 Lesotundra s keříčkovou zapojenou vegetací a se zakrslými břízami, dosahujícími výšky kolem tří metrů. Mezi břízy se dostane dost světla, proto je podrost tak bujný.

Obr. 33 Stádo domestikovaných sobů z kontinentu.

Obr. 34 Sob, divoká, menší a jednobarevná ostrovní forma ze Svalbardu.

Obr. 35 Březová tundra s jalovcem (*Juniperus*) na skalnatějším podloží.

Obr. 36 liška polární (*Vulpes lagopus*) v letním šatu

Obr. 37 liška polární – zimní srst (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/island-pol%C3%A1rn%C3%AD-li%C5%A1ka-zv%C3%AD%C5%99e-2638250/>)

Obr. 38 Graf znázorňující zhruba populační cyklus lumíků (Pitelka et Bazli, 2007)

Obr. 39 Lumík (*Lemmus lemmus*) (zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lumik>)

Obr. 40 Řídká březová tundra na exponované lokalitě, vyšší stromy - bříza pýřitá (*Betula pubescens*), nižší porost – bříza zakrslá (*Betula nana*).

Obr. 41 Papuchalk ploskozobý (*Fratrula arctica*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/atlantic-puffin-papuchalka-atlantic-1149707/>)

Obr. 42 Racek sněžní (*Pagophilla eburnea*)

Obr. 43 Rybák dlouhoocasý (*Sterna paradiseaea*)

Obr. 44 Řídká březová tundra na vysychavém písčitém substrátu, keřičky proto zůstávají řídké.

Obr. 45 Potáplice malá (*Gavia stellata*)

Obr. 46 Kajka mořská (*Somateria mollissima*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/kajka-eider-drake-kachna-2951439/>)

Obr. 47 Laponský stan „lávvu“

Obr. 48 Laponské domky „gammer“

Obr. 49 Březová lesotundra s břízou pýřitou (*Betula pubescens*) s řídkým podrostem na vysychavých písčích.

Obr. 50 Světlá tajga s břízou (*Betula*), jeřábem (*Sorbus*) a smrkem (*Picea*)

Obr. 51 Světlá tajga tvořená smrkem sibiřských (*Picea obovata*) s bohatým podrostem keřičků.

Obr. 52 Rozložení tajgy na Zemi s typickým klimadiagramem (Prach et al., 2009)

Obr. 53 Půdní profil podzolu s viditelnou šedou vrstvou (zdroj: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Podzol#/media/Soubor:Podzol.jpg>)

Obr. 54 Světlá tajga se smrkem sibiřským (*Picea obovata*), borovicí lesní (*Pinus silvestris*), břízou a bujným keřovým patrem.

Obr. 55 Světlá tajga se smrkem, borovicí a břízou v časnějším sukcesním stádiu.

Obr. 56 Přejít z tmavé a světlé tajgy tvořené smrkem ztepilým (*Picea abies*) a jeřábem (*Sorbus*) s bohatým keřikovitým podrostem, koruny nejsou ještě zcela zapojené.

Obr. 57 Plavuník sp (*Diphasiastrum sp.*)

Obr. 58 Medvědice lékařská (*Arcostaphylos uva-ursi*)

Obr. 59 Typická tmavá smrková tajga (*Picea abies*), v podrostu mladšího lesa se ještě udrží porosty borůvek, které při větším zástínu zapojených korun mizí

Obr. 60 Paseka v tmavé tajze s porostem pionýrských bříz, které jsou obvykle prvními kolonizátory mezi stromy (viz kapitola klimax a sukcese).

Obr. 61 Tmavá tajga na balvanitém substrátu, který tvoří mozaiku drobných biotopů s různou vlhkostí

Obr. 62 Vlhčí partie tmavé tajgy s břízou a vachtu trojlistou (*Menyanthes trifoliata*)

Obr. 63 Křemenáč osikový (*Leccinum rufum*)

Obr. 64 Mladší smrková tmavá tajga s podrostem keříčků, především borůvky

Obr. 65 Los evropský (*Alces alces*, zdroj: Pixabay)

Obr. 66 Rosomák sibiřský (*Gulo gulo*, zdroj: Pixabay:

<https://pixabay.com/cs/photos/zv%C3%AD%C5%99ec%C3%AD-sv%C4%9Bt-savec-p%C5%99%C3%ADrody-zv%C3%AD%C5%99e-3065318/>)

Obr. 67 Okraj tmavé tajgy s přirozenou obnovou dřevin.

Obr. 68 Ve tmavé tajze se dobře daří především stínomilným rostlinám, jakými jsou třeba kaprad'orosty.

Obr. 69 Křivka obecná (*Loxia curvirostra*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/curvirostra-loxia-pt%C3%A1k-k%C5%99ivka-387055/>)

Obr. 70 Lasice hranostaj v letním šatě (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/kratky-sledoval-lasici-zvire-lasicka-86619/>)

Obr. 71 Zajíc běláček v zimním šatě (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/arkticky-zajic-zajic-kralik-bila-828994/>)

Obr. 72 Vlhčí partie tmavé tajgy, tam kde se nedaří smrku, přežijí ještě břízy.

Obr. 73 Allenovo pravidlo: různá délka uší v různém prostředí zajišťuje liškám optimální hospodaření s teplem, vlevo liška pouštní, uprostřed liška obecná, vpravo liška polární (zdroj: <https://leporelo.info/klimaticka-pravidla>)

Obr. 74 Ve vlhkých a zrašelinělých partiích tmavé tajgy smrky nedorostou obvyklých rozměrů. Vidíme typické kopečky - bulty, mezi nimiž je půda silně podmáčená.

Obr. 75 Tradiční výroba dřevěného uhlí v milíři. Lidé nakupili velkou hranici dřeva, která se utěsnila hlinou, díky tomu se uvnitř vytvořila obrovská teplota a za nepřístupu vzduchu doutnajícím dřevem neshořelo, ale vzniklo dřevěné uhlí. (zdroj: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charcoal_pile_05.jpg)

Obr. 76 Lišejníková tajga s borovicí lesní (*Pinus silvestris*) se vyskytuje na sušších místech.

Obr. 77 Typický srub v tajze (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/images/search/srub/>)

Obr. 78 Okrajové partie tajgy s břízou na balvanitém substrátu, který neumožňuje růst stromů.

Obr. 79 Rašeliniště v tajze

Obr. 80 Suchopýr (*Eriophorum*) s typickým chmýrem na semenech

Obr. 81 Rosnatka okrouhlolistá (*Drosera rotundifolia*)

Obr. 82 Světlna v tajze se smrkem ztepilým (*Picea abies*) zarůstající náletem bříz. Díky světlu je zde bujná podrostní vegetace.

Obr. 83 Tollundský muž – dokonale zachovaná mumie muže z doby železné, nalezená v rašeliništi (zdroj: <http://www.planetdolan.com/15-legendary-mummified-bodies-how-they-got-there/>)

Obr. 84 Různé tvary pylových zrn (zdroj: <https://paleonerdish.wordpress.com/2013/08/19/pollen-analysis-and-the-science-of-climate-change/>)

Obr. 85 Ukázka pylového diagramu znázorňujícího výměnu jehličnatých stromů (modře vlevo) za listnaté (zeleně a oranžově) a obiloviny (žlutě). Na ose y vidíme časovou osu znázorňující posledních 17000 let. (zdroj: http://www.museum.state.il.us/muslink/forest/htmls/popups/an_nelson_ex.html)

Obr. 86 Březová tajga je světlá, roste obvykle tam, kde se smrkům špatně daří anebo vytváří počáteční sukcesní stádia.

Obr. 87 Jeřáb popelavý (*Grus grus*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/je%C5%99%C3%A1b-popelav%C3%BD-grus-grus-4076001/>)

Obr. 88 Světlá březová tajga na svahu.

Obr. 89 Kvarterní klimatický cyklus (upraveno podle: Ložek, 1997)

Obr. 90 Mladý listnatý les v počátečním stadiu sukcese

Obr. 91 Rozmístění smíšených lesů na Zemi s typickým klimadiagramem (Prach et al., 2009)

Obr. 92 Olšová niva ve Skandinávii, tento typ listnatého lesa je závislý na vyšší vlhkosti

Obr. 93 Okraj smíšeného lesa se smrkem ztepilým (*Picea abies*) a lískou (*Corylus avellana*), dřevinou typickou pro ekotony (viz níže).

Obr. 94 Smíšený listnatý les s bohatým keřovým patrem a bujnou podrostní vegetací

Obr. 95 Světliny ve smíšeném lese s různě starými stromy

Obr. 96 Půdní profil kambizemě (zdroj: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniSubtyp&id_categoryNode=309)

Obr. 97 Jeden z mála zbylých bukových pralesů v jižním Švédsku s množstvím padlého dřeva.

Obr. 98 Bukový prales v jižní Skandinávii, v podrostu vidíme pouze zmlazující mladé buky

Obr. 99 Vlhčí úžlabina v bukovém lese je výrazně zelenější.

Obr. 100 Listnatý smíšený les s bohatým zmlazováním javoru mléče (*Acer platanoides*).

Obr. 101 Porost olší v nivě menšího potoka je závislý na vyšší vlhkosti půdy. Nivní hlíny nanesené potokem jsou bohaté živinami a zarostlé bujnou vegetací.

Obr. 102 Lužní les se jmelím bílým (*Viscum album*)

Obr. 103 Ochmet evropský (*Loanthus europaeus*)

Obr. 104 Smíšený les v podrostu s konvalinkou vonnou (*Convallaria majalis*)

Obr. 105 Orsej jarní (*Ficaria verna*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/orsej-orsej-jarn%C3%AD-%C5%BElut%C3%A1-kv%C4%9Bt-1728477/>)

Obr. 106 Sasanka hajní (*Anemone nemorosa*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/sasanka-sasanka-hajn%C3%AD-2144493/>)

Obr. 107 Prvosenka jarní (*Primula veris*)

Obr. 108 Kyčelnice devítilistá (*Dentaria enneaphyllos*)

Obr. 109 Druhově bohatý smíšený les s bohatým bylinným podrostem.

Obr. 110 Kakost smrdutý (*Geranium robertianum*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/kakost-smrdut%C3%BD-bylina-robert-846630/>)

Obr. 111 Bukový les s odumírajícím bukem porostlým choroši a padlým kmenem, který je v tomto typu lesa hlavním habitatem pro drobnou faunu.

Obr. 112 Smíšený les s převahou buku a dostatkem padlého dřeva, které je útočištěm drobné fauny, protože místně udržuje vyšší vlhkost a poskytuje úkryt a živiny.

Obr. 113 Bukový les s příměsí borovice na chudém substrátu je prakticky bez podrostu.

Obr 114 Hálky bejlomorky bukové (*Mykiola fagi*, zdroj: http://michal-duda.euweb.cz/fotografie_sylva.htm)

Obr. 115 Hálky žlabatky (*Cynips*) zvané duběnky (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/images/search/dub%C4%9Bnka/>)

Obr. 116 V prostoru koruny, resp. kořenového systému starého buku prakticky nic neroste, protože takto starý strom je silným konkurentem.

Obr. 117 Smíšený les s převahou buku. Díky světlu zde dochází k hojnému zmlazování.

Obr. 118 Vřesoviště s porosty vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) na písčitém substrátu (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/v%C5%99esovi%C5%A1%C5%A5-a-vytv%C3%A1%C5%99%C3%AD-p%C5%99%C3%ADrody-v%C5%99es-334632/>)

Obr. 119 Živinami bohatý smíšený les s porostem česneku medvědího (*Allium ursinum*), který živiny přímo indikuje.

Obr. 120 Rozlišení listu dubu zimního (vlevo) a dubu lezního (vpravo) (zdroj: https://www.researchgate.net/figure/Typical-leaves-of-Q-robur-and-Q-petraea-The-landmarks-used-for-morphological_fig1_43014822)

Obr. 121 Jeden z nejstarších exemplářů dubu letního, který je chráněná na západní Ukrajině

Obr.122 Okrajová část smíšené doubravy (*Quercetum mixtum*) s padlým dřevem, poskytujícím úkryt a životní prostředí drobným živočichům.

Obr. 123 Aeronautické semínko břízy (upraveno podle: Wikipedia)

Obr. 124 Tvrdý luh-doubrava s jasanem

Obr. 125 Měkký vrbový luh

Obr. 126 Nahá bučina (*Fagetum nudum*) prakticky bez podrostu. Nejvíce vlhkosti, živin a diverzity drobných živočichů se koncentruje na padlé dřevo.

Obr. 127 Stejnověká mokřadní olšina. Kopečky v popředí jsou pařezy starých odumřelých olší předchozí generace (zdroj: <http://kokorinsko.ochranaprirody.cz/mzchu/npp-reckov/>)

Obr. 128 Chmel otáčivý (*Humulus lupulus*, zdroj: Pixabay)

Obr. 129 Réva vinná (*Vitis vinifera*, zdroj: Pixabay)

Obr. 130 Okraj dubohabřiny s porostem ostružiníku maliníku. Na kmeni je vidět liánovitý kmínek břečťanu.

Obr. 131 Bledule jarní (*Leucojum vernum*)

Obr. 132. Sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*)

Obr. 133 Okus bobrem evropským

Obr. 134 Trusinkový humus-exkrementy stejnonožých korýšů a mnohonožek

Obr. 135 Potravní síť ve smíšeném opadavém lese (Jeník, 1995)

Obr. 136 Dubohabřina s liánovitými kmínky břechťanu, ovíjejícími hostitelské stromy.

Obr. 137 Zubr evropský (*Bison bonasus*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/zubr-divoke-zvire-zvireci-svet-2468774/>)

Obr. 138 Nahá bučina (*Fagetum nudum*) bez padlého dřeva hostí jen minimum drobné fauny.

Obr. 139 Malba pratura v jeskyni Lascaux (Dostál, 2014)

Obr. 140 Novodobě vyšlechtěný „pratur“ (Dostál, 2014)

Obr. 141 Jelen evropský (*Cervus elaphus*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/platzhirsch-jelen-dan%C4%9Bk-evropsk%C3%BD-864802/>)

Obr. 142 Druhově pestrý listnatý les byl zřejmě v ne zcela dávné době využíván v pařezinovém hospodářství, o čemž svědčí kmínky stromů, vyrůstající z jednoho místa.

Obr. 143 Stádo dříve samotářského srnce obecného (*Capreolus capreolus*) v poli (zdroj https://www.youtube.com/watch?v=0Q1B_gCmgUY)

Obr. 144 Druhově pestrý listnatý les s bujným bylinným patrem a s padlým stromem, který zvyšuje diverzitu prostředí.

Obr. 145 Jezevec lesní (*Meles meles*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/jezevec-brock-zv%C3%AD%C5%99e-savec-2030980/>)

Obr. 146 Rys ostrovid (*Lynx lynx*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/search/rys%20ostrovid/>)

Obr. 147 Druhově pestrý listnatý les s dobře vyvinutým keřovým i stromovým patrem. Na snímku je dobře patrná jeho přirozená různověkost.

Obr. 148 Mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/mlok-skvrnit%C3%BD-salamander-3409009/>)

Obr. 149 Okraj dubového lesa s mladým kaštanovníkem jedlým (*Castanea sativa*) v podrostu. Kaštany indikují teplejší klima, takže se přesouváme na jižní okraj mírného pásu.

Obr. 150 Roháček bukový (*Sinodendron cylindricum*)

Obr. 151 Trojlaločka (*Helicodonta obvoluta*) a vřetenovka (*Cochlodina laminata*)

Obr. 152 Padlé kmeny udržují vlhkost půdy a pod kůrou tvoří drobná stanoviště pro živočichy (na obrázku jsou nadšení biologové obírající bukový kmen)

Obr. 153 Žížaly rodu (*Eisenia*) vytvářejí pod kůrou padlého stromu vrstvičku trusu, žluté útvary jsou jejich kokony

Obr. 154 Teplomilný les s duby, lípami i kaštanem jedlým v jižní teplé části smíšených lesů. Hustý lesní podrost pomáhá udržovat vlhkost.

Obr. 155 Obrážející pařezina

Obr. 156 Okraj dobového lesa s dubem a zimozeleným vřezvákem (*Buxus sempervirens*), který v zimě neopadá. Hustý lesní porost si udržuje v suchém prostředí vlhké mikroklima

Obr. 157 Dubový les s hustým podrostem vřezváků neopadavé vegetace, která udržuje vlhké mikroklima.

Obr. 158 Rozmístění tvrdolisté středomořské vegetace na Zemi (Prach et al., 2009)

Obr. 159 Okraj dubového lesa s kaštanem jedlým (*Castanea sativa*). Na patě svahu se drží vlhkost, což indikují kapradiny.

Obr. 160 Dubový les se známkami pařezinového hospodářství - z jednoho místa vyrůstá více kmínků.

Obr. 161 Půdní profil červenozemí (zdroj: <https://gsoil.wordpress.com/2012/07/05/terra-rossa/>)

Obr. 162 Půdní profil rendzinou (zdroj: https://klasifikace.pedologie.czu.cz/index.php?action=showPudniSubtyp&id_categoryNode=211)

Obr. 164 listnatec (*Ruscus*)

Obr. 165 přesup drsný (*Smilax aspera*)

Obr. 166 Okraj dubového lesa na břehu potoka. Vyšší vlhkost indikují porosty kapradin.

Obr. 167 Tulipán sp. (*Tulipa sp.*)

Obr. 168 Tořič (*Ophris speculum*)

Obr. 169 Suchý borový les (*Pinus halepensis*) s jalovcem (*Juniperus oxycedrus*). Podrostní vegetace je svěží jen na jaře, později usychá.

Obr. 170 Regenerující keřiky dubu cesmínolistého (*Quercus ilex*) po požáru

Obr. 171 Borový les se žumarou nízkou (*Chamaerops humilis*), která je jednou ze dvou druhů původních evropských palem.

Obr. 172 Hlodáš evropský (*Ulex europaea*)

Obr. 173 Planika obecná (*Arbutus unedo*)

Obr. 174 Vřesovec mnohokvětý (*Erica multiflora*)

Obr. 175 Myrta obecná (*Myrthus communis*)

Obr. 176 Pistácie pravá (*Pistacia vera*)

Obr. 177 Cistus sp. (*Cistus sp.*)

Obr. 178 Makchie s neolistěnými topoly kolem sezónního potoka s hlodášem (*Ulex europaea*).

Obr. 179 Makchie s původní palmou žumarou nízkou (*Chamearops humilis*)

Obr. 180 Rozmarýna lékařská (*Rosmarinus officinalis*)

Obr. 181 Okraj borového lesa s borovicí halepskou (*Pinus halepensis*) na skalnatém podloží je řídký, na skalkách se vlivem sucha a žáru neudrží žádná vegetace.

Obr. 182 Vavřín vznešený (*Laurus nobilis*)

Obr. 183 Dubová makchie se žumarou nízkou (*Chamearops humilis*)

Obr. 184 Dub cesmínolistý (*Quercus illex*) - svrchní (vlevo) a spodní (vpravo) listy

Obr. 185 Dub cesmínolistý (*Quercus illex*) - svrchní (vlevo) a spodní (vpravo) listy

Obr. 187 Dub korkový (*Quercus suber*, zdroj:Pixabay)

Obr. 188 korek (zdroj: Pixabay)

Obr. 189 Břestovec jižní (*Celthia australis*) zdroj: <https://botany.cz/cs/celtis-australis/>

Obr. 190. Habrovec habrolistý (*Ostrya carpinifolia*) (zdroj: https://cs.wikipedia.org/wiki/Habrovec_habrolist%C3%BD)

Obr. 191 Borový les vyznávající na skalnaté vápencové plotny, na nichž se již stromy neudrží.

Obr. 192 Borovice halepská (*Pinus halepensis*)

Obr. 194 Borovice přímořská (*Pinus pinaster*)

Obr. 193 Borovice černá (*Pinus nigra*, zdroj: Wikipedia: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice_%C4%8Dern%C3%A1\)\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice_%C4%8Dern%C3%A1))))

Obr. 195 Cedr atlaský (*Cedrus atlantica*)

Obr. 196 Řídký borový les vyznávající do trsovitě řídké vegetace na silně propustném vysychavém substrátu.

Obr. 197 Sad pomerančovníků (*Citrus sinensis*)

Obr. 198 Marhaník obecný- granátové jablko (*Punica ganatum*)

Obr. 199 Fíkovník smokvoň (*Ficus carica*)

Obr. 200 Rohovník obecný (*Ceratonia siliqua*)

Obr. 201 Olivovník evropský (*Olea europaea*)

Obr. 202 plody olivovníku – olivy (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/olivy-olivov%C3%A1-ratolest-ovoce-357849/>))

Obr. 203 Vzrostlé solitérní duby (*Quercus ilex*). Okolní makchie je omezená pastvou a místy zcela vyšlapaná.

Obr. 204 Řídká makchie na skalnatém slunném svahu. Extrémní podmínky rozpáleného substrátu nepřežily mladé borovice.

Obr. 205 Makak magot (*Macaca sylvanus*) (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/barbary-makak-opice-barbary-makak-1203394/>)

Obr. 206 Šakal obecný (<https://pixabay.com/cs/photosakal-savannah-lov-342021/>)

Obr. 207 Řídký les dubu korkového (*Quercus suber*) v jihozápadním Španělsku zde přežije díky vlhkému proudění od moře

Obr. 208 Ženetka těžkovaná (*Genetta genetta*) (zdroj: Wikipedia: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Genetta_genetta_felina_\(Wroclaw_zoo\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Genetta_genetta_felina_(Wroclaw_zoo).JPG))

Obr. 209 Promyka ichneumon (*Herpestes ichneumon*, zdroj: <http://www.sokujiciplaneta.cz/priroda/sub-malo-znama-selma-promyka>)

Obr. 210 Světlý les borovice halepské (*Pinus halepensis*) v Maroku. V řídkém podrostu se špatně udržuje podrostní vlhkost, takže zde najdeme hlavně suchomilné jalovce.

Obr. 211 Ropuška starostlivá (*Alytes obstetricans*) (zdroj: <https://media0.7x.cz/images/media0:50fe7c751fc33.jpg/Alytes%2520obstetricans.jpg>)

Obr. 212 Křovitá vegetace v pohoří Atlas v severní Africe má vlhčí charakter díky vyšší nadmořské výšce.

Obr. 123 Gekon zední (*Tarentola mauritanica*)

Obr. 216. Želva bahenní (*Emys orbicularis*) (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/bahennizelva-emys-orbicularis-zelva-3535779/>)

Obr. 214 Užovka iberská (*Zamenis scalaris*) , zdroj: http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Zamenis&species=scalaris&search_param=%28%28search%3D%27Zamenis+scalaris%27%29%29/

Obr. 215 Užovka maurská (*Natrix maura*, zdroj: http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Natrix&species=maura&search_param=%28%28search%3D%27Natrix+maura%27%29%29)

Obr. 216 Makchie v marocké části mediteránu se nijak neliší od té na evropském kontinentu.

Obr. 217 Středomořská glaciální refugia (R) a hybridní zóny (H), na nichž se stýkají teplomilné druhy, šířící se v meziledových dobách opět na sever (Schmitt et Varga, 2012)

Obr. 218 Les dubu korkového (*Quercus suber*) nedaleko marockého Rabatu je silně ovlivněný vlhkým atlantickým prouděním a má tedy bujnou podrostní vegetaci.

Obr. 220 Středomořské zídky a zbytky pastýřské chýše

Obr. 219 Okusu kozami se neubrání ani ty nejpichlavější křoviny, jakými je jalovec červenoplodý (*Juniperus oxycedrus*)

Obr. 221 Cedrový les (*Cedrus atlantica*) v nejvyšších polohách afrického pohoří Atlas je většinou vypasený dobyt看em.

Obr. 222 Domy v mediteránu se zavřenými okenicemi proti horku (zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/obec-bergdorf-st%C5%99edoziem%C3%AD-mo%C5%99e-1637755/>)

Obr. 223 Domy v mediteránu s charakteristickou kamennou střechou

Obr. 224 Nádrž na vodu

Obr. 225 Přechod k polopoušti, sušší typ makchie v Maroku. Vegetaci ovlivňuje skalnatý rozpálený povrch.

Obr. 226 Severní okraj Sahary v Maroku. Ostrůvek vegetace s topoly na okraji vysychající řeky.

Obr. 227 Dohořívající keř. Popel poskytne živiny semenům shořelé rostliny.

Obr. 228 Ostrůvky palem na severním okraji Sahary v Maroku využívají i ty nejmenší rozdíly ve vlhkosti kamenitého substrátu. Na sypkých svazích už nepřežijí.

Obr. 229 Proudění vlhkého vzduchu z Atlantického oceánu vytváří mlhu.

Obr. 230 Zelený pás na atlantickém pobřeží Maroka. O pět kilometrů východněji už je poušť.

Obr. 231 V poušti nenajdeme půdy, ale jemně sedimentované vrstvičky písku

Obr. 232 Pohyblivé písečné duny

Obr. 233 Keře tamaryšků rostou na severní Saháře, kde nejsou pohyblivé duny.

Obr. 234 *Hamada* – kamenitá poušť

Obr. 235 *Serir* – písčito kamenitá poušť

Obr. 236 *Erg* – písčitá poušť

Obr. 237 Předěl štěrkovité a písčité Sahary. Zatímco větší štěrk tak snadno nepodléhá erozi a udrží se na něm trsy rostlin, na písečných dunách už se vegetace neudrží.

Obr. 238 *Reboudia erucarioides* – pouštní efemer z čeledi *Brassicaceae*

Obr. 239 *Convolvulus trabutianus* – příbuzný našeho svlačce s prakticky bezlistými trnitými větvíčkami

Obr. 240 Sukulent z čeledi tučnolistých (*Crassulaceae*)

Obr. 241. Rozkvetlá poušť: poloparazitická rostlina *Cistanche sp.* z čeledi *Orobanchaceae*

Obr. 242 Vádí s vysychající vodou

Obr. 243 Oáza v kaňonu v poušti

Obr. 244 Datlovník pravý (*Phoenix dactylifera*)

Obr. 245 Hustý keřík tvořící ostrůvkovitou vegetaci

Obr. 246 *Ziziphus lotus* – opadavý keř s trnitými větvemi

Obr. 247 štír (*Androctonus amoreuxi*) zdroj: Wikipedia: https://cs.wikipedia.org/wiki/Androctonus_amoreuxi (2019-08-07)

Obr. 248 Pouštní potěmník s dlouhýma nohama se písku sotva dotýká

Obr. 249 Fenek berberský (*Vulpes zerda*, zdroj: Pixabay: <https://pixabay.com/cs/photos/zoo-desert-fox-li%C5%A1ka-cute-m%C3%A1lo-2833228/>)

Obr. 250 Tarbík egyptský (*Jaculus jaculus*) (zdroj: <https://www.biolib.cz/cz/image/id249335/>)

Obr. 251 Scink obecný (*Scincus scincus*) zdroj: Wikipedia:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sandfish_skink.JPG

Obr. 252 Zmije rohatá (*Cerastes cerastes*) zdroj: <http://www.chovzvirat.cz/zvire/515-zmije-rohata/>

Obr. 253 Typické pouštní stavby

Obr. 254 Pouštní vesnice

Seznam tabulek

Tabulka 1. Klimatické vymezení biomu tundry (upraveno podle Horník et al., 1986)

Tabulka 2. Klimatické vymezení tajgy (upraveno podle Horník et al., 1986)

Tabulka 3. Klimatické vymezení biomu smíšených lesů (upraveno podle Horník et al., 1986)

Tabulka 4. Klimatické vymezení mediteránu (upraveno podle Horník et al., 1986)

Tabulka 5. Klimatické vymezení pouští a polopouští (upraveno podle Horník et al., 1986)